



TUGAS AKHIR - RE 141581

REDUKSI KEGAGALAN PADA OPERASIONAL PENGOLAHAN AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN WONOKROMO, KOTA SURABAYA

HANIFAH MAPPANGARA
032 1144 0000 102

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RE 141581

REDUKSI KEGAGALAN PADA OPERASIONAL PENGOLAHAN AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN WONOKROMO, KOTA SURABAYA

HANIFAH MAPPANGARA
032 1144 0000 102

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - RE 141581

**FAILURE REDUCTION ON THE
OPERATIONAL TREATMENT OF DRINKING
WATER REFILLS IN WONOKROMO
SUBDISTRICT, SURABAYA**

HANIFAH MAPPANGARA
032 1144 0000 102

SUPERVISOR
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

REDUKSI KEGAGALAN PADA OPERASIONAL PENGOLAHAN AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN WONOKROMO, KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HANIFAH MAPPANGARA

NRP. 03211440000102

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

NIP. 19550128 198503 2 001

SURABAYA

JULI, 2018



REDUKSI KEGAGALAN PADA OPERASIONAL PENGOLAHAN AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN WONOKROMO, KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Hanifah Mappangara
NRP : 03211440000102
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

ABSTRAK

Kualitas air minum isi ulang masih menjadi salah satu permasalahan penting di kota-kota besar termasuk Kota Surabaya. Salah satunya di Kecamatan Wonokromo karena belum diterapkannya sistem operasional ideal yang diatur dalam Permenkes RI No 43 Tahun 2014 tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minum. Salah satu kegagalan yang masih sering ditemukan adalah air minum isi ulang yang mengandung Total *Coliform* melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Total *Coliform* berpotensi membahayakan kesehatan manusia apabila tetap dikonsumsi masyarakat. Proses yang efektif dalam mengolah air minum isi ulang adalah menggunakan prefilter berupa saringan pasir, filter karbon, dilanjutkan dengan *cartridge* filter. Pengolahan dilengkapi dengan unit desinfektan berupa ozon atau sinar UV, maupun kombinasi keduanya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perbaikan dalam operasional pengolahan DAMIU yang efektif.

Penelitian ini diawali dengan identifikasi risiko kegagalan melalui analisis laboratorium untuk kualitas air dan wawancara menggunakan lembar kuesioner kepada pengelola depot untuk memperoleh informasi penunjang. Kuesioner ini dibuat dengan menggunakan skala *Likert* untuk memudahkan penilaian. Data kualitas air dan hasil kuesioner dianalisis dengan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) menggunakan *software* SmartPLS. Analisis dengan metode SEM menggunakan variabel

laten bebas yaitu pengetahuan, perilaku, desinfeksi dan sikap. Hasil metode ini adalah uji hipotesis yang digunakan untuk membuktikan faktor apa yang berpengaruh signifikan terhadap kualitas air yaitu parameter total *coliform* yang melebihi baku mutu. Kemudian analisis dilanjutkan menggunakan diagram *fishbone* untuk membantu penentuan rekomendasi perbaikan.

Setelah identifikasi risiko kegagalan dan analisis penyebab kegagalan, diketahui bahwa desinfeksi merupakan variabel laten yang berpengaruh signifikan terhadap parameter total *coliform*. Desinfeksi dianggap signifikan karena memiliki nilai p-value kurang dari 5% yaitu sebesar 0,045. Sedangkan variabel indikator desinfeksi yang berpengaruh signifikan adalah waktu kontak. Untuk mencegah kegagalan terjadi kembali, perlu dilakukan perbaikan dalam pengoperasian yaitu menyalakan ozon 30 menit sebelum digunakan untuk mengoptimalkan waktu kontak ozon dengan air yang diolah.

Kata Kunci : Depot air minum isi ulang, *Structural Equation Modeling*, diagram *fishbone*, skala *Likert*

FAILURE REDUCTION ON THE OPERATIONAL TREATMENT OF DRINKING WATER REFILLS IN WONOKROMO SUBDISTRICT, SURABAYA

Name of Student : Hanifah Mappangara
NRP : 03211440000102
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

ABSTRACT

The quality of drinking water refills is still one of the important problems in big cities, including Surabaya. It also happens in Wonokromo subdistrict because of the ideal operational system hasn't been implemented which is regulated in the Indonesia Ministry of Health Regulation No.43/2014 regarding hygiene sanitation of drinking water stations. One of the common failures is the refill drinking water still contain total coliform bacteria exceeding the quality standard Indonesia Ministry of Health Regulation No.492/Menkes/IV/2010 regarding drinking water quality requirements. Total Coliform is potentially harmful to human health if it is still consumed by society. The effective process for drinking water refill treatment is using prefilter in the form of sand filter, activated carbon and followed by cartridge filters. The treatment is equipped with disinfectant unit of ozone or UV light or even the combination of both. The aim of this research is to identify and analyze the cause of failure which are necessary to determine the failure reduction.

This research started with identification of failure risk through laboratory analysis for water quality and interview the owner of DAMIU using questionnaire to obtain supporting information. The questionnaire was made using the Likert scale to simplify the assessment. Water qualities data and questionnaire results were analyzed by *Structural Equation Modeling* (SEM) method using SmartPLS software. SEM analysis consists of knowledge, behaviour, disinfection and attitude as the

exogenous latent variable. The output of this method is the hypothesis testing used to prove which factors have a significant effect on water quality, it is the total coliform parameter exceeding the quality standard. Then, the analysis was followed using the fishbone diagram to assist in the determination of improvement recommendations.

After identification of failure risks and the cause of failure analysis, it is known that disinfection is the latent variable that has significant effect on the total coliform parameter. Disinfection is considered as significant effect based on the p-value less than 5%, it is 0,045. Meanwhile, the indicator variable of disinfection that has significant effect is the contact time. In order to prevent the failure recur, it is necessary to make an improvement of ozone up to 30 minutes before used to optimize the contact time of ozone and treated water.

Kata Kunci : Refill drinking water station, Structural Equation Modeling, fishbone diagram, Likert scale.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala rahmat-Nya penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Reduksi Kegagalan Pada Operasional Pengolahan Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya” dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini juga tidak luput dari bantuan banyak pihak, izinkan penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas segala kebaikan dan kesabarannya dalam membimbing saya, serta bersedia memberikan saran dan nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat.
2. Dr. Ir. Mohammad Razif, MM, Ir. Atiek Moesriati, MKes, Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., PhD dan Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T selaku dosen pengarah yang telah memberikan masukan dan perbaikan yang membangun.
3. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa serta dukungan baik berupa moril maupun materil.
4. Pengelola depot air minum isi ulang yang telah bersedia memberikan izin dan waktu luang dalam membantu penelitian.
5. Teman-teman angkatan 2014 yang saling memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulisan laporan ini telah dikerjakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan kedepannya.

Surabaya, Juni 2018
Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Air Minum	5
2.2 Sumber Air Baku	5
2.3 Parameter Kualitas Air Minum	6
2.4 Depot Air Minum Isi Ulang	8
2.5 Peraturan tentang Air Minum	9
2.6 Teknologi Pengolahan Air Minum Isi Ulang	10
2.6.1 Filter Utama	10
2.6.2 <i>Cartridge Filter</i>	11
2.6.3 Teknologi Desinfeksi	12
2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Pengolahan ..	15
2.7.1 <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i>	15
2.7.2 <i>Hygiene</i>	15
2.7.3 Pemeliharaan Alat	16
2.7.4 Kondisi Lingkungan Depot	17
2.8 Skala <i>Likert</i>	17
2.9 <i>Structural Equation Modeling (SEM)</i>	18
2.10 Fishbone Analysis	21
2.11 Penelitian Terdahulu	22
2.12. Gambaran Umum Wilayah Studi	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Identifikasi Risiko Kegagalan	41
4.1.1 Hasil Pelaksanaan Survey	41

4.1.2 Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang	43
4.2 Analisis Penyebab Kegagalan	48
4.2.1 <i>Structural Equation Modeling</i> (SEM)	48
4.2.2 Analisis <i>Fishbone</i>	61
4.3 Rekomendasi Perbaikan	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
BIODATA PENULIS.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan Kualitas Air Minum	6
Tabel 2.2. Penilaian Skala Likert	17
Tabel 2.3. Luas Wilayah Tiap Kelurahan di Kecamatan Wonokromo	23
Tabel 4.1. DAMIU di Kecamatan Wonokromo	42
Tabel 4.2. Variabel Laten dan Variabel Indikator Penelitian	49
Tabel 4.3. Hasil Uji Validitas Kalkulasi Pertama.....	52
Tabel 4.4. Hasil Uji Validitas.....	54
Tabel 4.5. Hasil Uji Reliabilitas	55
Tabel 4.6. Perhitungan Bobot Variabel Laten	68
Tabel 4.7. Rekomendasi Perbaikan DAMIU.....	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema DAMIU	8
Gambar 2.2 Skema Proses Pengolahan Air Minum Isi Ulang	10
Gambar 2.3 Diagram <i>Fishbone</i>	21
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	26
Gambar 3.2 Data Hasil Analisis Laboratorium dan Kuesioner	31
Gambar 3.3 Membuat New Project Pada SmartPLS 3	31
Gambar 3.4 Mengimpor Data Penelitian	32
Gambar 3.5 Hasil Import Data	32
Gambar 3.6 Membuka Halaman Kerja	33
Gambar 3.7 Menggambar Variabel Laten	34
Gambar 3.8 Memasukkan Indikator ke Variabel Laten	34
Gambar 3.9 Menghubungkan Antar Variabel Laten	35
Gambar 3.10 Uji Kualitas Model dengan PLS <i>Algorithm</i>	36
Gambar 3.11 Hasil Kalkulasi Menggunakan PLS <i>Algorithm</i>	36
Gambar 3.12 Uji Validitas	37
Gambar 3.13 Uji Reliabilitas	37
Gambar 3.14 Nilai <i>R-square</i>	38
Gambar 3.15 Uji Korelasi	38
Gambar 3.16 Uji Hipotesis Menggunakan <i>Bootstrapping</i>	39
Gambar 3.17 Uji Signifikansi	39
Gambar 4.1 Hasil Analisis TDS Air Minum Isi Ulang	44
Gambar 4.2 Hasil Analisis Kekeruhan Air Minum Isi Ulang	45
Gambar 4.3 Hasil Analisis pH Air Minum Isi Ulang	46
Gambar 4.4 Hasil Analisa Bakteri Total <i>Coliform</i>	47
Gambar 4.5 Diagram Jalur Variabel Laten X terhadap Variabel Laten Y	50
Gambar 4.6 Hasil Kalkulasi PLS <i>Algorithm</i>	52
Gambar 4.7 Hasil Kalkulasi Kedua untuk Uji Validitas	53
Gambar 4.8 Hasil Uji Reliabilitas	55
Gambar 4.9 Nilai <i>R-Square</i>	56
Gambar 4.10 Menu <i>Construct Reliability and Validity</i>	57
Gambar 4.11 Hasil Uji Korelasi	58
Gambar 4.12 <i>Bootstrapping</i> untuk Uji Signifikansi	59
Gambar 4.13 Hasil Uji Signifikansi terhadap Model Struktural ...	60

Gambar 4.14 Hasil Uji Signifikansi Terhadap Model Pengukuran	61
Gambar 4.15 Analisis Diagram Fishbone Kualitas Air Minum Isi Ulang Parameter <i>Total Coliform</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Prosedur Analisis Laboratorium	83
LAMPIRAN B	Persyaratan Kualitas Air Minum	89
LAMPIRAN C	Hasil Analisis Laboratorium	91
LAMPIRAN D	Kuesioner Pengelola Depot Air Minum Isi Ulang	93
LAMPIRAN E	Skala Penilaian Kuesioner	97
LAMPIRAN F	Skala Penilaian Parameter	101
LAMPIRAN G	SOP Sesuai Permenkes 43/2014.....	105
LAMPIRAN H	Rekap Kuesioner	105
LAMPIRAN I	Dokumentasi.....	109

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum manusia membutuhkan sekitar 2 L atau 8 - 12 gelas air minum setiap hari. Untuk sumber air minum, rumah tangga di Indonesia menggunakan air ledeng baik dari PDAM maupun membeli eceran, sumur bor/pompa, sumur terlindung, mata air dan air sungai/irigasi (Kementrian Kesehatan RI, 2013). Di kota besar, untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat juga mengkonsumsi air minum dalam kemasan (AMDK), karena praktis dan dianggap lebih higienis. Akan tetapi masyarakat merasa bahwa AMDK semakin mahal, sehingga masyarakat mulai beralih ke air minum yang diproduksi oleh depot air minum isi ulang (DAMIU) (Suprihatin dan Adriyani, 2008).

Kota Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri dan pendidikan sehingga keberadaan DAMIU mempermudah masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air minum. Salah satu kecamatan di Surabaya yaitu Kecamatan Wonokromo, memiliki jumlah penduduk 167.212 jiwa (BPS Kota Surabaya, 2017). Selain masyarakat dengan tingkat ekonomi kecil hingga menengah, pengaruh keberadaan DAMIU juga sangat terasa bagi kalangan mahasiswa. Sebagian besar mahasiswa tinggal di kost dan mengisi galon di DAMIU jauh lebih hemat dibandingkan membeli air minum dalam kemasan. Jumlah DAMIU semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kebutuhan air minum yang praktis dan terjangkau. (Sandra dan Sulistyorini, 2007). Berdasarkan pra survey melalui wawancara dengan Sanitarian Puskesmas, salah satunya di Puskesmas Ngagel Rejo disebutkan bahwa dari hasil pemeriksaan kualitas air minum 31 DAMIU secara rutin, tidak pernah ada depot yang memenuhi baku mutu untuk parameter biologis yaitu kandungan bakteri *coliform*.

Meski lebih murah, tidak semua DAMIU terjamin keamanan produknya karena lemahnya pengawasan dari dinas terkait (Narsi *et al.*, 2017). Kualitas air minum di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dimana air minum aman apabila

memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologi dan kimia (Wandriviel *et al.*, 2012). Menurut Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia (2004), proses produksi air isi ulang yang ideal terdiri dari unit prefilter berupa saringan pasir untuk menyaring partikel kasar. Selanjutnya, unit karbon filter sebagai penyerap bau, rasa, warna dan bahan organik serta alat desinfektan berupa ozonisasi atau sinar UV. Tidak semua DAMIU melakukan pengolahan secara tepat dan benar, misalnya kualitas air baku yang digunakan, jenis peralatan yang digunakan, perawatan peralatan dan penanganan air hasil pengolahan (Nuria *et al.*, 2009).

Menurut Utami *et al.* (2016), sebagai contoh sering ditemukan parameter biologis yang masih belum memenuhi baku mutu yaitu tingginya nilai total bakteri *coliform*. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *coliform*, semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan. Rendahnya kualitas air isi ulang tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti *typhus*, *desentry* dan *cholera* yang merugikan masyarakat sebagai konsumen air isi ulang.

Dari permasalahan diatas, perlu diketahui penyebab kegagalan pengolahan air minum isi ulang yang belum memenuhi standar kualitas. Menurut Chavez (2010), pekerja DAMIU perlu mengenakan seragam dan tempat harus selalu dijaga kebersihannya. Untuk memastikan bahwa air yang dijual aman, pekerja dan pemilik DAMIU sebaiknya mengikuti seminar yang menekankan etika berbisnis. Hal ini mendukung gagasan penanganan fasilitas dan peralatan yang tepat. Salah satunya dengan memulai kehygienisan pekerja, kebersihan dan sanitasi yang layak di lingkungan DAMIU. Dalam upaya tersebut, digunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) yang digunakan peneliti untuk menguji rangkaian hubungan yang saling terkait antara variabel terukur dan konstruk laten (Hair *et al.*, 2010). Menurut Ulum *et al.* (2014), SEM memiliki kemampuan analisis dan prediksi yang lebih baik dibandingkan analisis jalur dan regresi berganda karena mampu menganalisis sampai pada level terdalam variabel atau model yang diteliti. Oleh karena itu, metode SEM dipilih untuk menganalisis faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas air minum isi ulang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat disusun rumusan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi kegagalan pada proses pengolahan depot air minum isi ulang?
2. Bagaimana cara menganalisis penyebab kegagalan pada proses pengolahan air minum isi ulang?
3. Bagaimana menentukan proses pengolahan yang efektif dengan perbaikan dalam operasional?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi kegagalan pada proses pengolahan depot air minum isi ulang.
2. Menganalisis penyebab kegagalan pada proses pengolahan air minum isi ulang.
3. Menentukan perbaikan dalam operasional dalam pengolahan air minum isi ulang yang efektif.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan rekomendasi perbaikan operasional pengolahan yang sesuai sehingga kegagalan produksi air minum isi ulang tidak terjadi kembali.
2. Sebagai masukan dalam peningkatan dan pengawasan kualitas produksi air isi ulang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Lokasi penelitian yaitu depot air minum isi ulang di Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya
2. Parameter yang digunakan adalah kekeruhan, TDS, pH dan Total *Coliform*.

3. Sampel yang digunakan adalah air pada outlet pengolahan depot air minum isi ulang.
4. DAMIU yang diteliti menggunakan teknologi desinfeksi ozon.
5. Jumlah DAMIU yang diteliti di Kecamatan Wonokromo sebanyak 30 depot.
6. Menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) dan diagram *fishbone*.
7. Variabel yang digunakan terbagi menjadi variabel terikat yaitu parameter kualitas air minum yang tidak memenuhi baku mutu dan variabel bebas yaitu pengetahuan, perilaku, desinfeksi dan sikap.
8. Waktu pelaksanaan penelitian adalah Januari 2018 sampai dengan akhir April 2018.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, dalam pasal 1 dijelaskan bahwa “Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.”

Sedangkan menurut Nuria *et al.* (2009), air minum isi ulang (AMIU) adalah air yang mengalami proses pemurnian baik dengan penyinaran Ultraviolet, Ozonisasi ataupun keduanya melalui proses filtrasi untuk mendapatkan air bersih yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

2.2 Sumber Air Baku

Menurut Asfawi (2004, dalam Walangitan, 2016), sumber air baku yang digunakan untuk membuka DAMIU diantaranya dari sumber tanah seperti mata air (pegunungan), sungai bawah tanah, air permukaan seperti air danau, air laut dan air gunung es. Menurut Notoatmodjo (2003), pada prinsipnya semua air dapat diolah menjadi air minum dan sumber air yang sering digunakan antara lain:

1. Air Permukaan

Air permukaan meliputi badan-badan air seperti sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian mengalami pencemaran oleh tanah, sampah dan zat lainnya. Pada umumnya, air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat.

2. Mata Air

Dari segi kualitas, mata air sangat baik bila dipakai sebagai air baku karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Biasanya lokasi mata air

merupakan daerah terbuka, sehingga mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitar.

3. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan. Secara praktis air tanah adalah air bebas polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan.

2.3 Parameter Kualitas Air Minum

Parameter wajib dan parameter tambahan mengenai standar kualitas air minum yang tercantum dalam Permenkes No.492 Tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Persyaratan Kualitas Air Minum

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
a. Parameter Mikrobiologi		
E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
b. Parameter Fisik		
Warna	TCU	15
TDS	mg/L	500
Kekeruhan	NTU	5
c. Parameter Kimiawi		
Kesadahan	mg/L	500
pH		6,5-8,5

Sumber : Kementerian Kesehatan, 2010

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2002, dalam Byna, 2009), persyaratan fisik meliputi warna, bau, rasa, temperatur, dan kekeruhan. Menurut Mukarromah (2016), penurunan kualitas air dapat dilihat dengan adanya peningkatan kadar parameter fisika terukur. Misalnya pada peningkatan kadar parameter

warna, berubahnya warna air menjadi kecoklatan hingga hitam dapat mengindikasikan adanya kandungan bahan kimia seperti logam besi, mangan dan sianida yang berasal dari pembuangan limbah pabrik.

a. Warna

Menurut Dewi *et al.* (2016), warna pada air terdiri dari warna asli dan warna tampak. Warna asli adalah warna yang disebabkan oleh substansi terlarut sedangkan warna tampak mencakup warna substansi terlarut dan zat tersuspensi dalam air. Warna air timbul karena ion besi, mangan, tanah humus, biota laut, plankton dan limbah industri. Pada air minum disyaratkan air jernih atau tidak berwarna.

b. *Total Dissolved Solid* (TDS)

TDS adalah benda padat yang terlarut, bisa berupa mineral, garam, logam serta kation-anion yang terlarut di air termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (Santoso, 2008). Menurut Nugroho dan Purwoto (2013), air yang mengandung TDS tinggi dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Mineral dalam air tidak hilang dengan cara direbus.

c. Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air, seperti lumpur dan bahan yang berasal dari hasil pembuangan (Sutrisno dan Suciastuti, 2002).

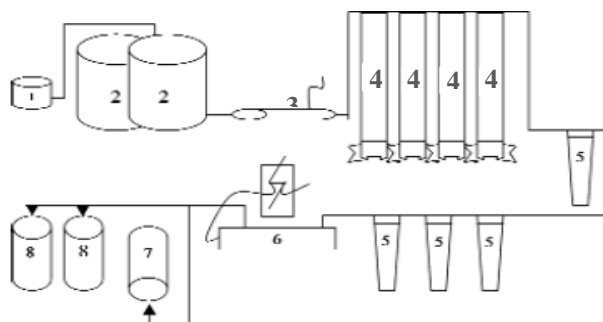
Sedangkan menurut Pratiwi (2007), kualitas kimia adalah yang berhubungan dengan ion-ion senyawa maupun logam yang membahayakan. Residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun adalah residu pestisida, yang dapat menyebabkan perubahan bau, rasa dan warna air. Menurut Sutrisno (2006), derajat keasaman (pH) air yang lebih kecil dari 6,5 atau pH asam meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam, menimbulkan rasa tidak enak dan dapat menyebabkan beberapa bahan kimia menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

Menurut Rosita (2014), parameter biologi meliputi keberadaan bahan organik atau mikroorganisme seperti bakteri *coli*, virus, bentos dan plankton. Bakteri patogen yang mempengaruhi kualitas air yaitu bakteri coliform, seperti *Eschericia coli*, *Clostridium perfringens* dan *Salmonella*. Bakteri coliform merupakan golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam

saluran pencernaan manusia. Penentuan *coliform* fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloni pasti berbanding lurus dengan keberadaan bakteri pathogen *E. coli*. Keberadaan bakteri *coliform* dalam air minum isi ulang dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti pencemaran pada sumber air baku yang digunakan, proses pengolahan air baku (filtrasi dan disinfeksi) yang kurang sempurna dan pencucian galon konsumen (Radji *et al.*, 2008).

2.4 Depot Air Minum Isi Ulang

Menurut Athena *et al.* (2004), tingginya minat masyarakat dalam mengkonsumsi air minum dalam kemasan (AMDK) dan mahalannya harga AMDK yang dijual industri besar menjadi salah satu penyebab maraknya usaha depot air minum isi ulang (DAMIU) di berbagai tempat terutama di kota-kota besar. Depot air minum isi ulang adalah badan usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat dalam bentuk curah dan tidak dikemas (Dirjen P2PL Depkes RI, 2010). Menurut Joko (2010), dampak positif dari DAMIU adalah tersedianya air yang memenuhi kuantitas dan bersifat kontinyu, mudah dan murah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Di sisi lain, DAMIU berpotensi berbahaya bagi kesehatan konsumen, bila tidak ada regulasi yang efektif.



Gambar 2.1 Skema DAMIU

Sumber : Pratiwi, 2007

Menurut Pratiwi (2007), skema diatas menunjukkan proses pengolahan air pada DAMIU yang mencakup 8 langkah yang dilakukan, meliputi :

1. Air baku yang digunakan adalah air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya
2. Air baku ditampung dalam bak atau tanki penampungan dan diendapkan
3. Setelah air baku diendapkan, selanjutnya dilakukan pengolahan air
4. Tabung filter yang pertama akan menyaring partikel-partikel kasar dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif. Tabung filter selanjutnya merupakan karbon filter yang berfungsi sebagai penyerap debu, rasa, warna sisa khlor dan bahan organik.
5. Tabung *cartridge filter* sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 mikron untuk memenuhi persyaratan air minum.
6. Dilakukan desinfeksi/sterilisasi pada air yang telah diolah dengan cara ultraviolet dengan panjang gelombang 254 nm dan dengan cara ozonisasi.
7. Setelah proses desinfeksi/sterilisasi, dilakukan pembilasan wadah atau galon secara higienis, agar tidak terjadi kontaminasi silang dengan lingkungan luar.
8. Pengisian air pada galon konsumen secara higienis oleh operator DAMIU.

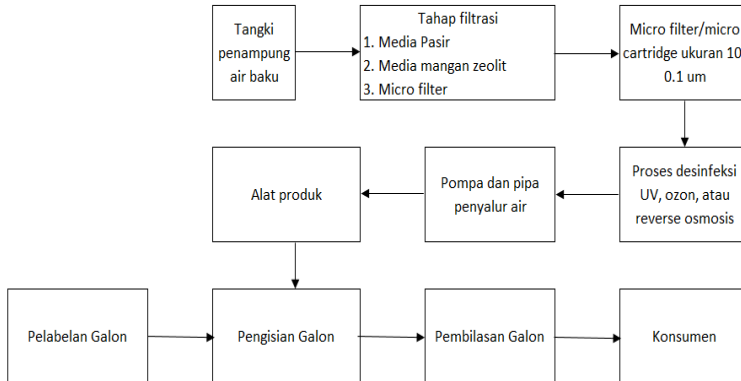
2.5 Peraturan tentang Air Minum

Peraturan-peraturan yang berlaku mengenai AMIU adalah :

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
2. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya
3. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum
4. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
5. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum dalam Kemasan dan Perdaganganannya.

2.6 Teknologi Pengolahan Air Minum Isi Ulang

Menurut Departemen Kesehatan (2002), proses pengolahan air minum secara fisik, kimia dan biologi yang ideal pada depot air minum memiliki skema yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema Proses Pengolahan Air Minum Isi Ulang
Sumber : Departemen Kesehatan, 2002

2.6.1 Filter Utama

Menurut Yudo dan Rahardjo (2005), filtrasi atau penyaringan dapat dibedakan menjadi 2, yaitu filtrasi dengan pasir dan filtrasi membran. Filtrasi pasir untuk memisahkan partikel berukuran besar (>3 mikrometer), mikrofiltrasi membran dapat memisahkan partikel yang lebih kecil hingga ukuran 0,08 mikrometer. Dalam proses filtrasi, sebagian besar DAMIU melakukan 3 tahap filtrasi yaitu filter berisi media pasir, media mangan zeolit dan karbon aktif. Kemudian air dialirkan ke filter cartridge. Ukuran cartridge bervariasi mulai dari 1 micron sampai 10 micron dan digunakan untuk menghilangkan sisa partikel padatan dalam air sehingga air benar-benar jernih.

Menurut Suprihatin dan Adriyani (2008), filter yang digunakan terbuat dari bahan *stainless steel*, mudah pemeliharaannya karena menggunakan sistem back washing. Tingkat kejernihan air baku akan mempengaruhi filter, semakin keruh air baku semakin berat beban kerja filter, sehingga hasil proses penyaringan dapat kurang optimal. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengalirkan air dari

tandon I ke tandon II, sehingga memungkinkan terjadinya proses pengendapan yang lebih lama sebelum dilakukan pemompaan pada proses pengolahan (Depkes dan WHO, 2003). Setiap 2-3 minggu, perlu dilakukan *backwash* filter untuk menghilangkan padatan tersuspensi (de Moel *et al.*, 2006). Secara bertahap kecepatan *backwash* dikurangi untuk mempertahankan stratifikasi sejauh mungkin (NATO, 1984). Menurut *National Research Council* (1997), salah satu cara untuk memastikan produksi air memenuhi baku mutu adalah dengan menetapkan jadwal penggantian media filter. Jadwal penggantian dapat ditetapkan berdasarkan waktu (setiap 6 bulan) atau dengan debit (setiap 30.000 L). Namun penggantian setiap 6 bulan lebih disarankan karena jika berdasarkan debit, pengelola depot memerlukan meter air yang digunakan sebagai program pemantauan

2.6.2 Cartridge Filter

Menurut Rahardjo (2010), *cartridge filter* berfungsi sebagai alat penyaring akhir sebelum air disaring dengan saringan skala molekul. *Cartridge filter* menggunakan bahan selulosa sebagai media penyaringnya dan memiliki kemampuan penyaringan cukup baik. Pemeliharaan unit ini mudah, karena terbuat dari bahan plastik yang transparan, sehingga kondisi media filter dapat terlihat bila sudah kotor. Masalah pada unit ini adalah kesalahan pemasangan media penyaring dan rusaknya *tester* pada *cartridge*. *Tester* adalah alat untuk mengecek aliran air dalam unit ini dan untuk melepas udara yang mungkin terperangkap dalam *cartridge*. Tombol *tester* terletak pada bagian atas *cartridge* dan berwarna hitam. Kerusakan ini mudah diatasi dengan mengganti per yang lemah dan membersihkannya dari kerak garam yang selalu mengering di dalam *tester*.

Agar kejernihan dapat mencapai angka 5 NTU dapat dilakukan penyaringan secara bertahap dengan menggunakan *catridge filter* berukuran 5 - 10 μm dan 0,8 - 0,001 μm (Depperindag, 2004). Filter karbon dijadwalkan untuk diganti secara rutin setiap 6 bulan, sedangkan filter-filter lainnya yaitu *cartridge filter* diganti setiap 3 bulan (Falconer, 2005).

2.6.3 Teknologi Desinfeksi

Desinfeksi merupakan upaya meminimalkan potensi perpindahan patogen dari sumber air yang menyebabkan pembusukan dalam produksi atau penyakit pada manusia (Trevor dan Suslow, 2001). Sedangkan menurut USEPA (1999), desinfeksi merupakan mekanisme primer untuk menghancurkan organisme patogen untuk mencegah penyebaran penyakit yang disebabkan oleh air kepada pengguna hilir atau kepada lingkungan. Menurut Yudo dan Rahardjo (2005), proses sterilisasi dapat dilakukan dengan pemanasan hingga titik didih air, klorinasi atau dengan ozonasi dan sinar ultraviolet.

2.6.2.1 Ozon

Berdasarkan Yudo dan Rahardjo (2005), proses sterilisasi yang relatif baru adalah mencampur gas ozon ke dalam air yang dikenal dengan nama ozonisasi. Ozon merupakan oksidator kuat yang mampu membunuh bakteri patogen, termasuk virus. Keuntungan penggunaan ozon adalah pipa, peralatan dan kemasan akan ikut disterilkan, sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan ozon generator. Akan tetapi, karena ozon bersifat oksidator, apabila air baku mengandung Fe atau Mn maka air yang diproses akan berubah menjadi sedikit berwarna kekuningan atau kecoklatan karena terbentuknya partikel $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Menurut Swancara (2007), ozon harus diinjeksikan secara benar agar aman dan efektif. Air yang kelebihan ozon dengan kadar ozon yang terlalu tinggi (0,4 ppm atau lebih) akan menyebabkan permasalahan pada rasa dan reaksi dengan plastik pada perpipaan dan pada kemasan. Kelebihan ozon atau injeksi ozon yang tidak tepat dapat menyebabkan "outgas" ke dalam lapisan air dan tutup botol. Jika botol dibuka segera setelah pembotolan, konsumen akan merasakan rasa metal dalam air yang disebabkan oleh bau ozon.

Surat keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705/MPP/kep/11/2003 menetapkan kadar ozon minimum pada tangki pencampur adalah 0,6 ppm, sedangkan kadar ozon sesaat setelah pengisian minimum 0,1 ppm. Pemantauan kadar ozon pada tangki pencampur ozon dan sesaat setelah pengisian dilakukan minimum 2 kali yaitu pada pagi hari/awal proses dan

setelah istirahat. Hasil pengamatan ini harus dicatat sebagai bukti pelaksanaan pengendalian mutu yang efektif.

Menurut Agustini dan Rienoviar (2011), ozon merupakan disinfektan yang lebih efektif jika dibandingkan dengan khlorin, khloramin, dan bahkan khlorin dioksida. Ozon terdekomposisi secara cepat di dalam air, sehingga ozon kurang cocok untuk residu desinfeksi dan hanya digunakan pada kasus tertentu (utamanya pada sistem distribusi yang pendek). Sebagai desinfeksi awal ozon sangat cocok, karena akan menghasilkan desinfeksi yang sempurna dan konsentrasi desinfeksi yang lebih rendah.

Menurut Gottschalk *et al.* (2000), secara umum ozon digunakan terutama untuk desinfeksi, oksidasi senyawa anorganik, oksidasi senyawa organik termasuk penghilang rasa, bau, warna dan partikel. Ketahanan relatif mikroorganisme secara berurutan yaitu bakteri, virus dan parasite cysts. Konsentrasi ozon pada rentang 0,3 – 0,9 mg/L dapat digunakan untuk membunuh *E.coli*, *Vibrio*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* serta dapat membunuh virus (Kyu-Earnk dan Kangb, 2006). Efektivitas desinfeksi tergantung pada konsentrasi ozon dan lama waktu paparan. Proses desinfeksi air umumnya memerlukan konsentrasi ozon sekitar 0,1-0,2 mg/L selama 30 menit, tergantung pada mikroorganisme target (Summerfelt, 2003). Semakin lama waktu kontak ozon menyebabkan tersuplainya oksigen yang semakin banyak dalam air. Sehingga senyawa organik (komponen yang mempengaruhi warna air) yang sifatnya mengkonsumsi oksigen terlarut akan semakin sedikit jumlahnya (Purwadi *et al.*, 2006).

Menurut EPA (2011), kelebihan dari ozonasi antara lain :

- a. Disinfektan yang sangat efektif untuk bakteri, virus dan *Giardia*
- b. Lebih efektif melawan *Cryptosporidium* dibandingkan disinfektan kimia lainnya
- c. Kurang sensitif terhadap variasi pH sebagai disinfektan dibandingkan klorin
- d. Keuntungan pengolahan lainnya, seperti menghilangkan pestisida, dapat terjadi secara paralel.

Sedangkan kekurangan ozonasi meliputi :

- a. Ozon meluruh terutama pada tingkat pH tinggi

- b. Biaya modal peralatan ozonasi lebih tinggi dibandingkan disinfektan kimia lainnya
- c. Biaya operasi mahal dibandingkan desinfeksi lainnya karena memerlukan energi tinggi
- d. Memerlukan pabrik yang kompleks dan dibutuhkan input pemeliharaan yang terampil

2.6.2.2 Sinar Ultraviolet

Desinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran ultraviolet. Jika pada gas ozon proses sterilisasinya secara kimia, pada sistem ultraviolet proses sterilisasi secara fisika dengan memanfaatkan panjang gelombang ultraviolet (Marpaung dan Marsono, 2010). Menurut Wiyono *et al.* (2017), air lewat melalui suatu pipa bersih untuk dipanaskan dengan sinar *Ultra violet* (UV) yang dapat secara efektif menghancurkan virus dan bakteri. Sistem UV ini tergantung pada jumlah energi yang diserap sehingga dapat menghancurkan organisme yang terdapat pada air tersebut. Jika energi tidak cukup tinggi, maka material organisme genetik tidak dapat dihancurkan.

Berdasarkan Masduqi (2011), keuntungan menggunakan UV meliputi :

1. Tidak ada zat kimia yang dilarutkan dalam air sehingga kualitas air tidak terpengaruh
2. Tidak menimbulkan rasa dan bau (tetapi UV tidak menghilangkan rasa, bau dan warna)
3. Konstituen di air, seperti ammonia tidak menimbulkan efek pada kapasitas desinfeksi
4. Waktu pemaparan yang singkat
5. Overdosis tidak menyebabkan efek yang mengganggu

Kerugian-kerugian dari menggunakan UV meliputi :

1. Spora, kista dan virus lebih susah didesinfeksi dari pada bakteri
2. Membutuhkan banyak UV karena diserap zat lain
3. Tidak ada residu, sehingga diperlukan disinfektan sekunder
4. Peralatan yang mahal dan energi listrik yang dibutuhkan besar
5. Perawatan alat yang mahal diperlukan untuk memastikan energi yang stabil dan densitas yang relatif seragam.

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Pengolahan

Menurut Athena *et al.* (2004), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pengolahan air bersih menjadi air minum ini adalah kualitas air baku, jenis peralatan yang digunakan, pemeliharaan peralatan, penanganan air hasil pengolahan dan lain sebagainya.

Berdasarkan Sulistyandari (2009), disarankan bagi pengelola DAMIU untuk memiliki hasil uji laboratorium khususnya kontaminasi deterjen pada sumber air baku, penerimaan air dari truk tangki, tangki penampungan air baku dan air siap dikonsumsi secara berkala minimal 6 bulan sekali, penggunaan bahan peralatan yang memenuhi standar, memiliki *standar operating procedure* (SOP) pengelolaan DAMIU, tidak mencuci tangki dan galon dengan air sabun/deterjen dan perlu adanya pembinaan dan pengawasan secara oleh Dinas Kesehatan Kabupaten.

2.7.1 Standard Operating Procedure (SOP)

Standard Operating Procedure diperlukan sebagai pedoman menjalankan suatu proses produksi agar berjalan dengan baik dan benar serta sesuai dengan standar yang berlaku (Prihatini, 2012). Menurut Sulistyandari (2009), SOP diperlukan oleh karyawan dalam mengelola DAMIU. Tidak semua DAMIU memiliki SOP yang dibuat sendiri, sebagian lainnya memiliki SOP dari produsen alat-alat pengolahan DAMIU. Apabila DAMIU tidak memiliki SOP, pemilik DAMIU wajib memberikan pelatihan singkat mengenai prosedur pengelolaan DAMIU mulai dari air baku dimasukkan ke dalam tangki penampungan hingga prosedur pencucian galon air minum. Pelatihan tersebut berfungsi sebagai SOP tidak tertulis yang harus dipatuhi petugas.

2.7.2 Hygiene

Menurut Indirawati (2009), banyak DAMIU yang tidak memenuhi syarat hygiene sanitasi. Hal yang perlu diperhatikan adalah operator yang tidak memiliki sertifikat pelatihan operasi DAMIU sehingga cenderung tidak menjaga hygiene perorangan dan sanitasi DAMIU.

Menurut Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman (2010), *hygiene* sanitasi adalah upaya kesehatan untuk mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran terhadap air minum dan sarana yang digunakan untuk proses

pengolahan, penyimpanan, dan pembagian air minum. Tujuan dari hygiene sanitasi adalah terlindunginya masyarakat dari potensi pengaruh buruk akibat konsumsi air minum yang berasal dari depot air minum. Dengan demikian masyarakat akan terhindar dari kemungkinan terkena resiko penyakit bawaan air. Disamping itu upaya pembinaan dan pengawasan terhadap usaha depot air minum yang baik akan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional membuka lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan masyarakat.

Sedangkan higiene perorangan menurut Prihatini (2012), mengacu pada kebersihan tubuh seseorang. Karyawan merupakan sumber kontaminasi mikroorganisme yang potensial untuk menyebabkan penyakit. Karyawan yang berhubungan langsung dengan bagian produksi harus dalam keadaan sehat, bebas dari luka, penyakit kulit atau hal lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran terhadap air minum. Karyawan bagian produksi (pengisian) diharuskan menggunakan pakaian kerja, tutup kepala dan sepatu yang sesuai. Karyawan harus mencuci tangan sebelum melakukan pekerjaan, terutama saat penanganan wadah dan pengisian. Pakaian kerja sebaiknya bukanlah pakaian biasa yang digunakan sehari-hari, pakaian dalam keadaan bersih dan sopan, berwarna terang, tidak bermotif dan bersih (BBPOM, 2004). Warna terang pada pakaian lebih memudahkan untuk dapat mendeteksi jika ada kotoran pada baju dan berpotensi untuk mengkontaminasi pada produk makanan dan minuman (Purnawijayanti, 2001).

2.7.3 Pemeliharaan Alat

Menurut Yudo dan Rahardjo (2005), aspek pengelolaan alat ditinjau untuk mengetahui sistem pengelolaan yang dilaksanakan secara rutin. Misalnya melakukan pencucian filter, pencucian dan pengisian botol galon, penggantian media filter dan pemeriksaan kualitas air secara berkala. Kunci dari sistem pengelolaan DAMIU adalah pada kualitas operatornya. Tugas seorang operator adalah selain melakukan pengoperasian sistem pengolahan air, juga melakukan perawatan atau pemeliharaan alat secara disiplin.

Pemeliharaan alat pada depot air minum untuk bak penampungan sebaiknya dibersihkan, disanitasi dan desinfeksi bagian luar dan dalam minimal 3 bulan sekali (Yovita, 2015).

Menurut Ma'arif *et al.* (2017), *back washing* tabung filter perlu dilakukan apabila air sudah tidak keluar atau hanya menetes saja, yaitu sekitar 6 bulan sekali. Untuk pergantian cartridge filter harus dilakukan minimal 1 bulan sekali karena berdasarkan kuesioner perilaku dan pemeliharaan alat, depot yang mengganti filter sekali dalam sebulan rata-rata menghasilkan air minum yang memenuhi persyaratan.

2.7.4 Kondisi Lingkungan Depot

Menurut Suprihatin dan Adriyani (2008), kondisi atap dan langit-langit bangunan DAMIU adalah kuat, menutup sempurna, tidak ada yang bocor, permukaan rata, berwarna terang dan mudah dibersihkan. Kondisi pintu bangunan DAMIU memenuhi syarat dengan kondisi pintu terbuat dari kaca, tidak melepaskan zat racun, permukaan halus, rata dan transparan, mudah dibersihkan. Sedangkan kondisi sekat pemisah antara ruang pengisian dan ruang pencucian galon yang memenuhi syarat adalah keseluruhannya terbuat dari kaca, kedap air, kuat, tidak dapat dimasuki serangga dan tikus, permukaan rata, halus dan mudah dibersihkan.

Selain itu, menurut Yudo dan Rahardjo (2005), hal yang sering ditemukan dan sangat tidak baik adalah segi kebersihan ruang proses pengolahan air. Pada umumnya ruang proses yang terletak dibelakang etalase tampak kotor dan tidak rapi. Ruang proses ini memang tersembunyi, karena berada dibagian dalam namun secara estetika hal ini tidak dapat diterima secara standar operasi.

2.8 Skala Likert

Ada beberapa skala pengukuran yang dapat digunakan dalam merancang skala pengukuran pada penelitian perilaku misalnya skala thurstone, guttman, dan likert (Budiaji, 2013). Menurut Likert (1932), skala yang paling mudah digunakan adalah skala likert karena menggunakan beberapa butir pertanyaan untuk mengukur perilaku individu dengan 5 pilihan pada setiap butir pertanyaan. Pilihan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penilaian Skala Likert

Skala Likert	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju

Skala Likert	Keterangan
2	Tidak Setuju
3	Tidak Memutuskan
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Alasan menggunakan skala Likert adalah skala 5 mudah digunakan dan mudah dipahami oleh responden (McDaniel dan Gates, 2013). Selain itu, semakin besar skala yang digunakan maka akan semakin mengurangi kejelasan makna dari jawaban responden serta mengurangi konsistensi jawaban (Prajogo dan Sohal, 2003). Beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa penilaian dengan 5 skala memiliki reabilitas yang lebih tinggi karena tidak terlalu luas (Jenkins dan Taber, 1977).

2.9 Structural Equation Modeling (SEM)

Menurut Maruyama (1998, dalam Wijaya, 2001), SEM adalah sebuah model statistik yang memberikan perkiraan perhitungan dari kekuatan hubungan hipotesis diantara variabel dalam sebuah model teoritis. Analisis SEM menggabungkan analisis regresi, faktor dan jalur sehingga secara simultan menghitung hubungan yang terjadi antara variabel laten, mengukur nilai *loading* dari indikator-indikator variabel laten, dan menghitung model jalur dari variabel-variabel laten tersebut (Widiyarsari dan Mutiarani, 2017). Peneliti lebih cenderung menggunakan SEM untuk menentukan apakah suatu model valid atau tidak daripada untuk menemukan model tertentu cocok atau tidak (Sarwono, 2010).

Menurut Chin (2000), 3 komponen utama dalam SEM adalah:

1. Indikator (sering disebut sebagai variabel manifest atau variabel terukur). Indikator biasanya ditampilkan dengan kotak. Untuk penelitian berbasis kuesioner, setiap indikator mewakili pertanyaan tertentu
2. Variabel laten (konstruk atau variabel tidak terukur). Variabel laten biasanya digambarkan dengan lingkaran. Biasanya digunakan untuk mewakili kejadian yang tidak dapat diukur secara langsung.

3. Diagram jalur (satu arah, dua arah). Hubungan tersebut digambarkan menggunakan panah.

Menurut Ghozali (2006), untuk pengujian seluruh hipotesis dalam penelitian ini digunakan metode Analisis *Variance Based SEM* atau *Partial Least Square* (PLS), maka besar sampel minimal yang direkomendasikan berkisar dari 30 sampai 100. PLS dapat mengakomodir hingga 100 konstruk dan 1000 indikator (Hussein, 2015). PLS berfokus pada prediksi terhadap hubungan hipotesis yang spesifik yang memaksimalkan menjelaskan varian dalam variabel dependen (Hair *et al.*, 2011).

Menurut Jaya dan Sumertajaya (2008), langkah-langkah pemodelan berbasis PLS dengan software adalah:

1. Merancang Model Struktural (*inner model*)

Perancangan model struktural hubungan antar variabel laten pada PLS didasarkan pada rumusan masalah atau hipotesis penelitian.

2. Merancang Model Pengukuran (*outer model*)

Perancangan model pengukuran dalam PLS sangat penting karena terkait dengan apakah indikator bersifat reflektif atau formatif.

3. Konstruksi Diagram Jalur

Hasil perancangan inner dan outer model dinyatakan dalam bentuk diagram jalur

4. Konversi Diagram Jalur ke Sistem Persamaan

- a. *Outer model*, yaitu spesifikasi hubungan antara variabel laten dengan indikator. Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$X = \dots \xi + \delta \quad (2.1)$$

$$Y = \dots \eta + \varepsilon \quad (2.2)$$

Dimana x adalah indikator untuk variabel laten bebas (ξ) atau variabel yang mempengaruhi, sedangkan y untuk variabel terikat (η) atau variabel yang dipengaruhi.

- b. *Inner model*, menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan teori substansif penelitian.

5. Estimasi

Metode pendugaan parameter (estimasi) didalam PLS adalah metode kuadrat terkecil (*least square methods*). Proses perhitungan dilakukan dengan cara iterasi, dimana iterasi akan berhenti jika telah tercapai kondisi konvergen.

6. *Goodness of Fit* (GoF)

- a. *Outer model*, membandingkan nilai *square root of average variance extracted* (AVE) setiap konstruk dengan korelasi antar konstruk lainnya dalam model.
- b. *Inner model*, GoF diukur menggunakan R-square variabel laten dependen dengan interpretasi yang sama dengan regresi. *Q-square predictive relevance* untuk model struktural, mengukur seberapa baik nilai observasi yang dihasilkan oleh model.

Menurut Solimun *et al.* (2017), kriteria Tenenhaus GoF yaitu:

$0,1 \leq GoF < 0,25$ = *Small*

$0,25 \leq GoF < 0,36$ = *Medium*

$GoF \geq 0,36$ = *Large*

7. Pengujian Hipotesis.

Pengujian hipotesis dilakukan dengan metode *resampling bootstrap* yang dikembangkan oleh Geisser & Stone. Pengujian dilakukan dengan *t-test*, apabila diperoleh *p-value* $\leq 0,05$ (alpha 5%) maka disimpulkan variabel berpengaruh signifikan, atau sebaliknya.

Menurut Ghazali (2006), dengan metode PLS maka model yang diuji dapat menggunakan asumsi :

- Data tidak harus berdistribusi normal
- Skala pengukuran dapat berupa nominal, ordinal, interval maupun rasio
- Jumlah sample tidak harus besar
- Model tidak harus berdasarkan pada teori

Menurut Latan (2012), Ghazali (2006), Jogiyanto (2011) dan Wijaya (2009), SEM memberikan beberapa manfaat dan keuntungan bagi peneliti yaitu:

1. Membangun model penelitian dengan banyak variabel
2. Dapat meneliti variabel atau konstruk yang tidak dapat teramati atau diukur secara langsung
3. Menguji kesalahan pengukuran untuk variabel atau konstruk yang diamati
4. Mampu menjelaskan keterkaitan variabel secara kompleks dan efek langsung maupun tidak langsung dari satu atau beberapa variabel terhadap variabel lainnya
5. Memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi bagi peneliti untuk menghubungkan antara teori dengan data.

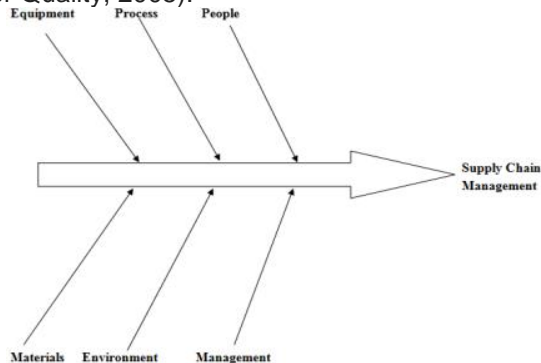
Menurut Purwanti *et al.* (2013), uji reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan.

Menurut Sarwono (2011), uji statistik t digunakan untuk mengetahui seberapa jauh suatu variabel independen secara individual dalam menjelaskan variabel dependen atau seberapa signifikan sebuah variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen. Sebuah variabel independen berpengaruh secara signifikan jika nilai Sig < 0,05 dan tidak berpengaruh jika nilai Sig > 0,05.

Uji model pengukuran adalah pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa tepat indikator atau variabel manifes dapat menjelaskan variabel laten yang ada (Santoso, 2012).

2.10 Fishbone Analysis

Menurut Bose (2012), analisis *fishbone* merupakan alat untuk menganalisis proses bisnis dan efektivitasnya. Ada 6 kategori dari diagram *fishbone* yang dikategorikan sebagai penyebab utama masalah proses bisnis. Mereka adalah manusia, peralatan, material, lingkungan, manajemen dan proses. Diagram dan analisis *fishbone* biasanya mengevaluasi penyebab dan sub-sebab dari satu masalah tertentu dan karena itu membantu mengungkap semua gejala dari setiap masalah bisnis (American Society for Quality, 2005).



Gambar 2.3. Diagram *Fishbone*
Sumber: Bose, 2012

Menurut Fauziah (2009), manfaat analisa tulang ikan antara lain:

1. Memperjelas sebab-sebab suatu masalah atau persoalan
2. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya dan dapat mengurangi biaya
3. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa, dan keluhan pelanggan
4. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan
5. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan

2.11 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian Marpaung dan Marsono (2013), dari 23 DAMIU di Kecamatan Sukolilo terdapat 3 tipe teknologi pengolahan yaitu Teknologi UV, Ozonisasi dan *Reverse Osmosis* (RO). Namun, jumlah depot yang dipilih untuk pengambilan sampel hanya 10. Hasil penelitian diperoleh terdapat 4 depot dengan kriteria baik dalam perilaku dan pemeliharaan alat dan telah memenuhi parameter *TDS*, kekeruhan, warna, dan *total coliform* sesuai PERMENKES No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Terdapat 6 depot dengan kategori cukup dalam perilaku dan pemeliharaan alat. Diantara keenam depot, 2 depot telah memenuhi semua parameter yang diuji dan 4 depot belum memenuhi parameter *total coliform*. Selain itu, kualitas sumber air pacet dan prigen yang digunakan sebagai air baku pada DAMIU untuk nilai *total coliform* dan *TDS* masing-masing adalah 50/100 sampel dan 276 ml untuk sumber pacet. Sedangkan untuk sumber air baku prigen 170/100 ml dan 268 mg/l.

Menurut penelitian Utami *et al.* (2016), 12 DAMIU menggunakan 3 tipe teknologi pengolahan yang sama. Hasil analisis kualitas untuk parameter warna, kekeruhan dan pH masih memenuhi standar baku mutu. Namun, terdapat 3 depot yang nilai *TDS* air olahan jauh lebih besar dari air baku dengan nilai tertinggi sebesar 112 mg/L. Sedangkan parameter total

Coliform, hanya 2 depot yang memenuhi baku mutu. Oleh karena itu, perlu adanya analisa lanjutan sehingga diketahui penyebab terjadinya kegagalan menggunakan analisis risiko.

Sedangkan menurut hasil penelitian Karnaningroem *et al.* (2017), dari 4 kecamatan di Surabaya terdapat 50 depot yang berhasil terdata dan memiliki 3 sistem pengolahan yang berbeda yaitu filter, sinar UV dan ozon. Sebagian besar hasil analisis telah menunjukkan memenuhi baku mutu namun parameter Total *Coliform* masih melebihi baku mutu. Penyebab terjadinya kegagalan dianalisis dengan metode fishbone dan FMEA dimana masalah paling utama adalah mengenai sumber daya manusia pengelola/pelaksana DAMIU, pengawasan Depkes dan pelaksanaan SOP. Sedangkan yang menjadi perhatian di urutan kedua adalah mengenai monitoring kualitas air baku, jadwal pembersihan tandon dan pemantauan kualitas air produksi DAMIU.

2.12. Gambaran Umum Wilayah Studi

Kecamatan Wonokromo merupakan salah satu kecamatan terpadat di Kota Surabaya bagian selatan dengan jumlah penduduk 133.211 jiwa dan kepadatan penduduk 15.727 jiwa/km² (BPS Kota Surabaya, 2017). Batas administratif Kecamatan Wonokromo yaitu:

- Utara = Kecamatan Tegal Sari
- Timur = Kecamatan Gubeng
- Barat = Kecamatan Dukuh Pakis
- Selatan = Kecamatan Wonocolo

Kecamatan Wonokromo dibagi menjadi 6 kelurahan dengan masing-masing luasnya seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Luas Wilayah Tiap Kelurahan di Kecamatan Wonokromo

Kelurahan	Luas Wilayan (km ²)
Ngagel	0,86
Ngagelrejo	1,36
Darmo	0,95
Sawunggaling	1,50
Wonokromo	1,00
Jagir	1,03

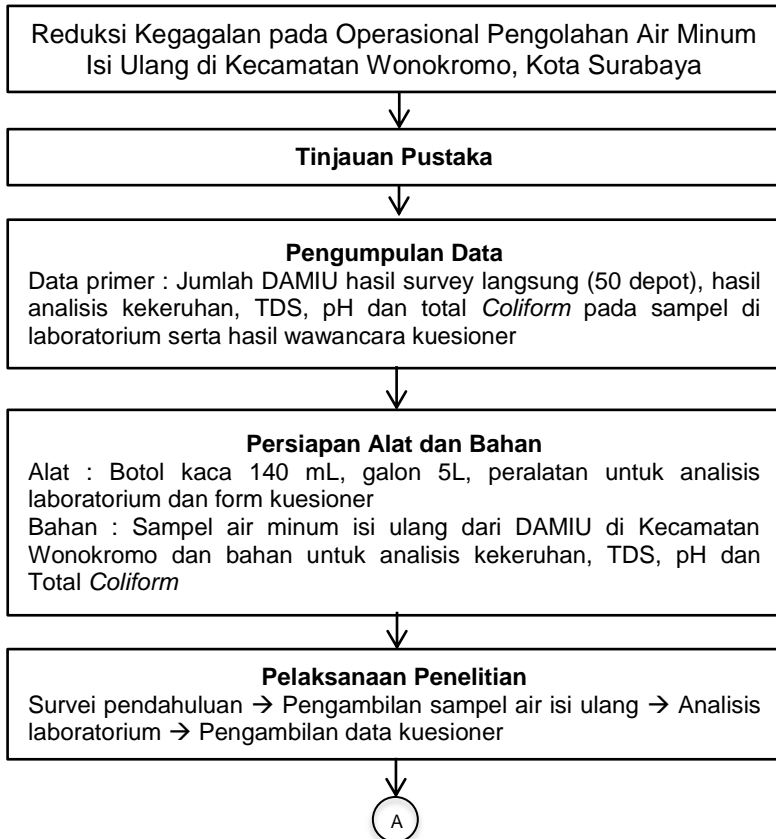
Sumber: Kecamatan Wonokromo Dalam Angka, 2015

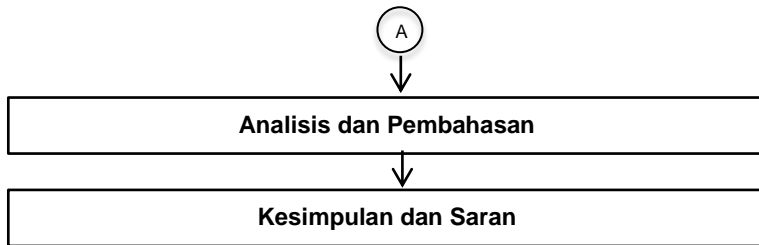
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi kegagalan produksi air minum isi ulang dengan menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) dan diagram *fishbone*. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat pada kerangka penelitian seperti pada Gambar 3.1 berikut.





Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan mencakup ide penelitian, tinjauan pustaka, pengumpulan data, persiapan alat dan bahan penelitian, pelaksanaan penelitian, analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Ide Penelitian

Ide penelitian “Reduksi Kegagalan pada Operasional Pengolahan Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya” dilatarbelakangi oleh masih adanya DAMIU yang tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum yang diizinkan. Contohnya masih banyak kandungan Total *Coliform* yang melampaui baku mutu.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka digunakan sebagai acuan dalam melakukan analisa dan pembahasan hasil pengumpulan data. Tinjauan pustaka yang diperlukan antara lain mengenai definisi air minum, sumber air baku, parameter kualitas air minum, depot air minum isi ulang, teknologi pengolahan DAMIU, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pengolahan, skala *Likert*, metode *Structural Equation Modeling* (SEM) dan analisis *fishbone*, serta penelitian-penelitian terdahulu untuk membantu membandingkan hasil penelitian.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai acuan yang akan digunakan dalam melakukan analisis. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

Data primer diperoleh dari hasil survei langsung ke lokasi penelitian dan hasil analisis kualitas air minum di Laboratorium

Teknik Lingkungan ITS. Pengumpulan data primer dijabarkan sebagai berikut:

- Survei lokasi depot air minum isi ulang
Survei langsung dilakukan untuk memperoleh jumlah aktual depot air minum isi ulang di Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya. Populasi awal sebanyak 50 DAMIU, namun sampel yang diambil hanya 30 depot.
- Pengambilan sampel air minum isi ulang
Sampel diambil pada 1 titik, sebanyak satu kali pada outlet pengolahan DAMIU. Volume sampel yang dibutuhkan adalah 25 mL (TDS) + 100 mL (*coliform*) + 15 mL (kekeruhan) + 15 mL (pH) = 155 mL.
Sehingga pada titik outlet digunakan botol kaca 140 mL yang disterilisasi dan galon 5 L sebagai wadah sampel agar diperoleh kondisi air seperti yang dibeli konsumen.
- Analisis laboratorium
Dilakukan analisis laboratorium untuk pengukuran kualitas fisik sampel air isi ulang dengan parameter kekeruhan, warna dan TDS. Pengukuran juga dilakukan untuk kualitas kimia dengan parameter pH dan kualitas biologis dengan parameter Total *Coliform*. Hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu air sesuai Permenkes RI No.492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

4. Persiapan Penelitian

a. Persiapan Alat

- Peralatan pengambilan sampel berupa botol kaca 140 mL yang disterilisasi untuk parameter biologis dan galon 5 L sebagai wadah sampel untuk analisis parameter fisik dan kimia.
- Peralatan untuk analisis laboratorium seperti pH meter, spektrofotometer, oven, desikator, kapas lemak, propipet, pipet ukur, autoklav, bunsen dan lain-lain.
- Lembar form kuesioner untuk penilaian. Kuesioner ini berfungsi untuk mempermudah dalam menganalisis risiko kegagalan dan penyebabnya yang mungkin terjadi.

b. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan berupa sampel air isi ulang yang berasal dari DAMIU di Kecamatan Wonokromo, media pertumbuhan bakteri yaitu media *Lactose Broth* (LB) dan aquades.

5. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tahap-tahap berikut ini:

a. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan berupa survei jumlah DAMIU yang dilakukan secara langsung di Kecamatan Wonokromo untuk mengetahui jumlah, alamat, sumber air baku, teknologi pengolahan DAMIU dan umur alat. Jumlah yang diperoleh 50 DAMIU.

b. Pengambilan Sampel

Sampel diambil pada 1 titik, yaitu pada outlet pengolahan DAMIU. Pada titik outlet digunakan botol kaca 140 mL yang disterilisasi dan galon 5 L sebagai wadah sampel. Botol kaca yang disterilisasi digunakan agar mikroorganisme yang terdeteksi adalah mikroorganisme dari air isi ulang dan tidak ada kontaminasi dari luar. Penentuan frekuensi sampling tidak berdasarkan shift karena depot dikelola langsung oleh pemilik dan ada yang hanya memiliki 1 pegawai sehingga tidak ada jadwal shift pekerja.

c. Analisis Laboratorium

Sampel yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan metode analisis sesuai *Standard Methods*. Hasil analisis digunakan untuk identifikasi kualitas air hasil pengolahan DAMIU. Analisis yang dilakukan antara lain:

- Kekeruhan

Analisis kekeruhan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 415 nm. Setelah diperoleh nilai absorbansi, dilakukan perhitungan menggunakan kurva kalibrasi untuk memperoleh nilai NTU.

- TDS
Analisis TDS dengan metode gravimetri dan menghitung jumlah zat padat total dengan rumus:

$$\text{Zat Padat Terlarut (mg/L)} = \frac{(a - b)}{c} \times 1000$$

dimana:

a = berat residu kering dan cawan setelah dioven 105°(mg)

b = berat cawan kosong setelah dioven 105° (mg)

c = volume sampel (mL)

- pH
Analisis pH dilakukan dengan mencelupkan sensor pH meter ke dalam sampel sehingga diperoleh nilai pH untuk masing-masing sampel yang diuji.
- Total *Coliform*
Analisis Total *Coliform* dilakukan dengan metode MPN (*Most Probable Number*) yang terdiri dari 1 tahap yaitu uji dugaan atau uji presumtif menggunakan medium *Lactose Broth* (LB). Biakan yang menghasilkan gas dicatat dan disesuaikan dengan tabel MPN Index.

d. Pengambilan Data Kuesioner

Dari hasil analisis kualitas air, dilakukan wawancara berdasarkan kuesioner mengenai kegiatan pengoperasian DAMIU yang lebih rinci mencakup pengawasan dari dinas terkait, perilaku petugas, kebersihan serta pemeliharaan alat dan tempat. Kuesioner juga digunakan untuk memperoleh informasi-informasi yang dapat menunjang analisa dan pembahasan. Pertanyaan kuesioner terbagi menjadi 4 variabel yaitu pengetahuan, perilaku, desinfeksi dan sikap.

6. Analisa Data dan Pembahasan

Analisa data dari hasil analisis laboratorium dan data lapangan dilakukan sebagai berikut:

a. *Structural Equation Modeling* (SEM)

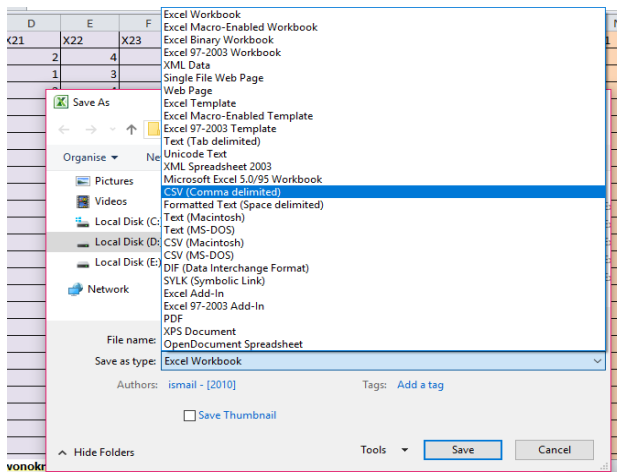
Hasil analisis kualitas air minum isi ulang dan kuesioner kepada pengelola DAMIU dianalisis dengan metode SEM menggunakan *software* SmartPLS 3. Metode ini menggunakan 2 variabel laten yaitu:

1. Variabel terikat (terikat)
Merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu kualitas air minum isi ulang.
2. Variabel bebas (bebas)
Merupakan variabel yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang, meliputi pengetahuan, perilaku dalam operasional, desinfeksi dan sikap pengelola DAMIU.
 - Variabel pengetahuan digunakan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman pengelola mengenai peraturan yang umum digunakan dalam menjalankan usaha DAMIU dan unit-unit pengolahan yang digunakan.
 - Variabel perilaku terdiri dari pertanyaan untuk mengukur perilaku atau kebiasaan yang dilakukan pengelola dalam operasional seperti pelaksanaan SOP, pembersihan dan perawatan peralatan yang digunakan.
 - Variabel desinfeksi digunakan untuk mengetahui penggunaan unit desinfeksi secara mendalam sehingga diketahui seberapa besar peran desinfeksi dalam pengolahan air minum isi ulang seperti umur alat, waktu kontak, kapasitas dan jadwal pembersihan.
 - Variabel terakhir yaitu sikap untuk mengetahui kemauan atau kesediaan pengelola dalam rangka meningkatkan kualitas operasional depot maupun kualitas produk pengolahan.

Pilihan jawaban pada kuesioner menggunakan 5 skala Likert karena skala ini memudahkan data untuk diolah dengan metode SEM-PLS. Analisis ini digunakan untuk membuktikan hipotesa dan mengetahui variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas air minum isi ulang.

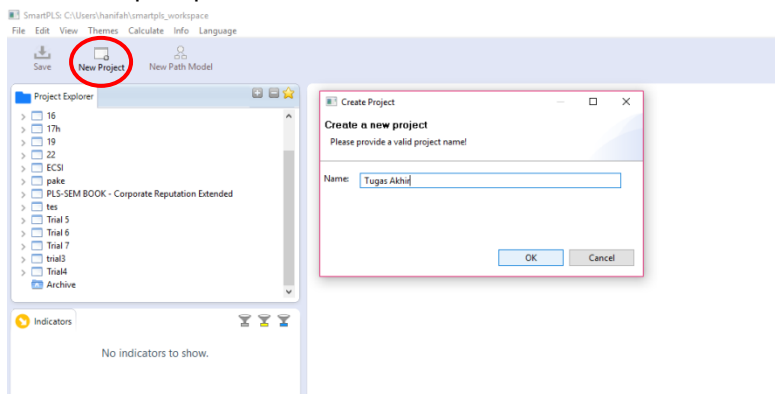
Prosedur pengoperasian SmartPLS dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data untuk diolah menggunakan SmartPLS 3
Data hasil analisis laboratorium dan hasil wawancara kuesioner disiapkan dalam file Microsoft Excel dengan format CSV (*comma delimited*) seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Data Hasil Analisis Laboratorium dan Kuesioner

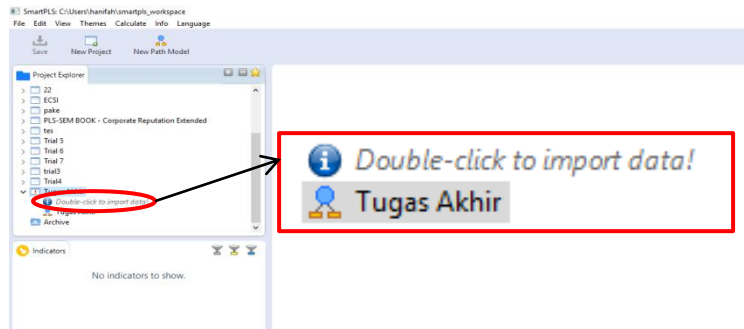
2. Membuka software SmartPLS 3 dan membuat *new project*
Setelah membuka software SmartPLS 3, klik menu **new project** pada bagian kiri atas dan tulis nama project, lalu klik **OK** seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Membuat New Project Pada SmartPLS 3

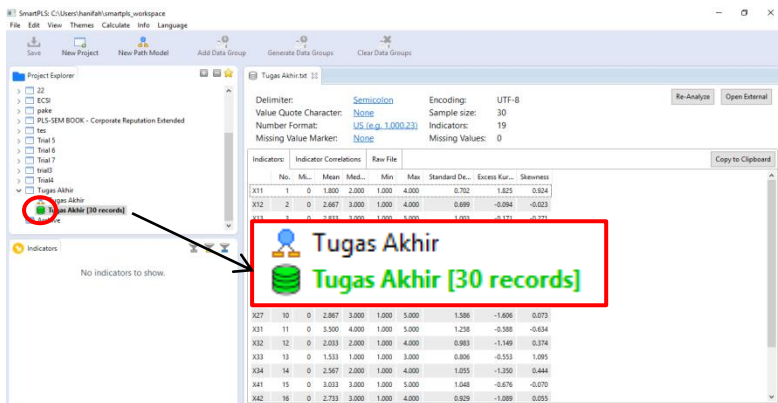
3. Memasukkan data Ms.excel ke dalam project yang sudah dibuat

Impor data yang telah disimpan dalam Ms.excel dengan format CSV dengan cara klik 2 kali menu **Double click to import data!** Kemudian pilih file yang dimaksud seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Mengimpor Data Penelitian

Setelah data dimasukkan, akan muncul tampilan data seperti pada Gambar 3.5 berikut.



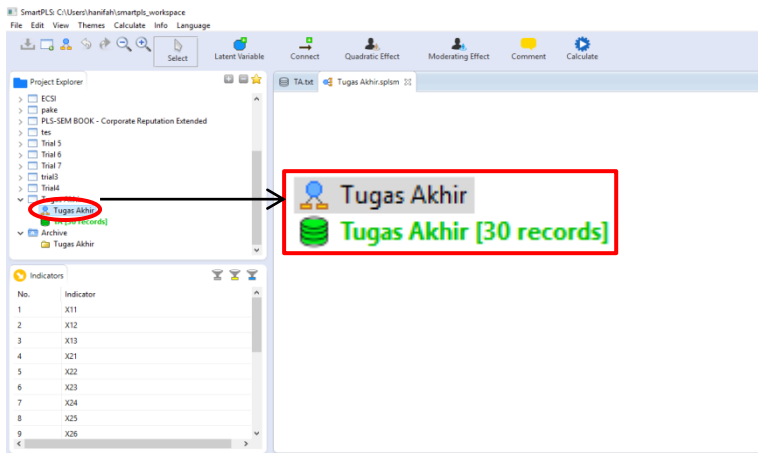
Gambar 3.5 Hasil Import Data

Bagian warna hijau yang dilingkari pada garis merah menunjukkan bahwa data yang dimasukkan sudah benar dan dapat diolah. Benar artinya tidak ada data yang hilang, indikator memiliki skala yang sama dan sebagainya. Jika terdapat masalah pada data, bagian tersebut akan memiliki

tanda seru berwarna merah dan data tersebut tidak dapat dianalisis menggunakan SmartPLS.

4. Menggambar model penelitian

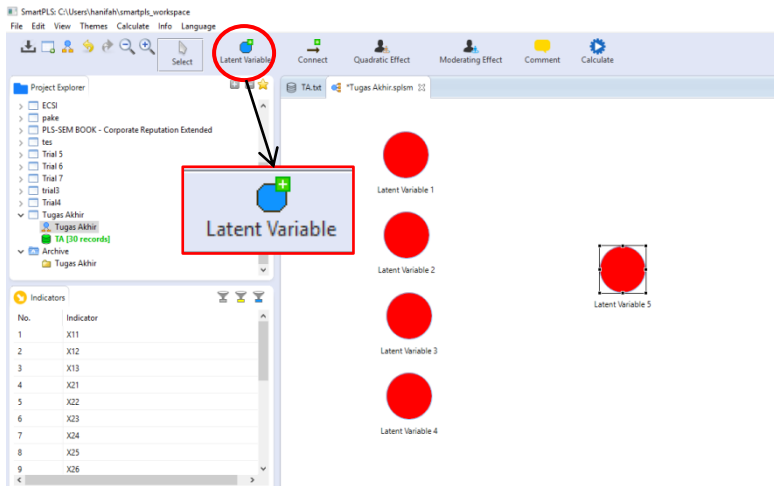
Dapat disebut juga mengkonstruksi diagram jalur. Langkah yang dilakukan adalah **klik 2 kali** menu yang ditandai dengan lingkaran merah. Setelah diklik sebanyak 2 kali, akan muncul halaman kosong untuk menggambar model penelitian seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Membuka Halaman Kerja

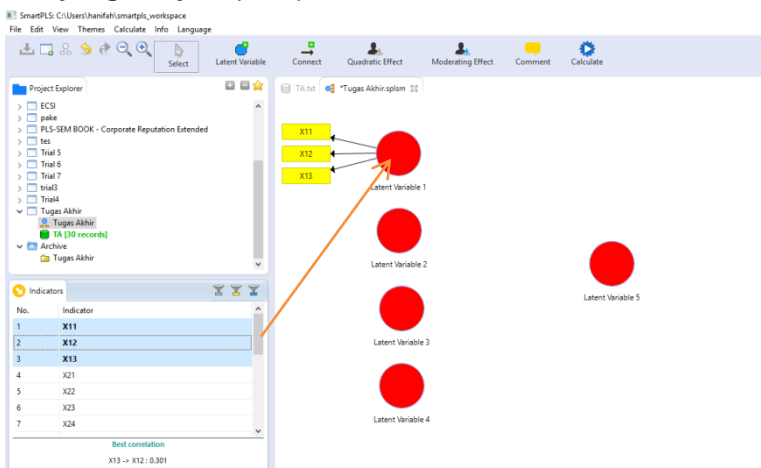
Setelah muncul halaman kerja kosong, klik menu **Latent Variable** lalu klik dan letakkan variabel bebas dan terikat sesuai model yang telah dirumuskan seperti pada Gambar 3.7.

Setelah digambar, masing-masing variabel laten masih berjudul “*Latent Variable*” dan harus diubah sesuai dengan nama variabel yang telah ditentukan pada proposal penelitian. Caranya adalah dengan **mengklik masing-masing judul variabel** yang ingin diubah lalu **klik kanan**, kemudian pilih menu **rename** dan tulis nama variabel yang sesuai.



Gambar 3.7 Menggambar Variabel Laten

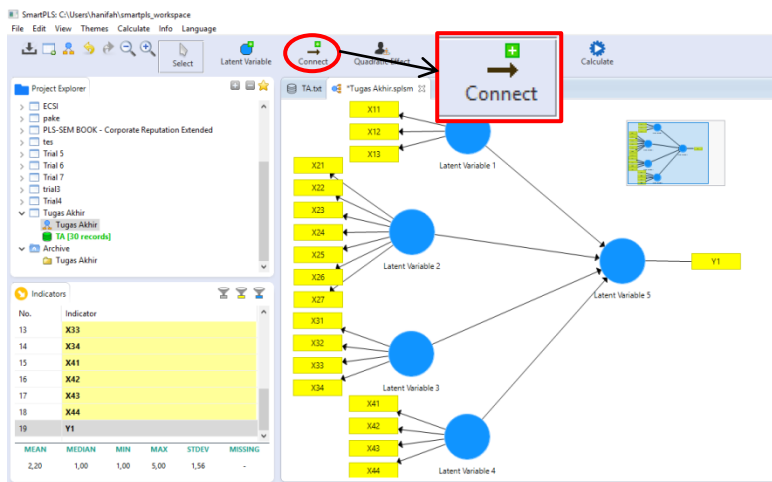
Setelah semua variabel selesai diberi nama, selanjutnya adalah memasukkan indikator-indikator pengukuran ke dalam masing-masing variabel dengan cara **blok indikator yang dipilih, lalu drag ke variabel laten yang dituju** seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Memasukkan Indikator ke Variabel Laten

Setelah memasukkan indikator ke dalam masing-masing variabel latennya, maka indikator-indikator tersebut akan muncul secara otomatis disebelah kiri variabel yang diukurnya seperti pada Gambar 3.8 berupa kotak-kotak kuning. Setelah memasukkan semua indikator, apabila indikator terlalu banyak dapat terjadi penumpukan atau indikator saling menutupi satu sama lain. Oleh karena itu, indikator ataupun variabel laten dapat dipindah dan diatur posisinya sedemikian rupa agar semua komponen dapat terlihat jelas dengan cara klik pada objek yang dituju dan digeser ke posisi yang diinginkan.

Sebelum dilakukan kalkulasi semua variabel harus dihubungkan dengan tanda panah dengan cara klik menu **Connect**, lalu klik variabel 1 menuju variabel 5 dan dilakukan pula terhadap variabel 2, 3 dan 4 seperti pada Gambar 3.9 berikut.

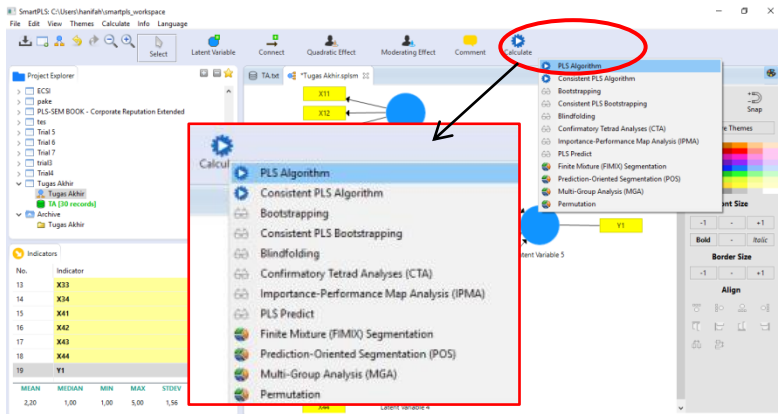


Gambar 3.9 Menghubungkan Antar Variabel Laten

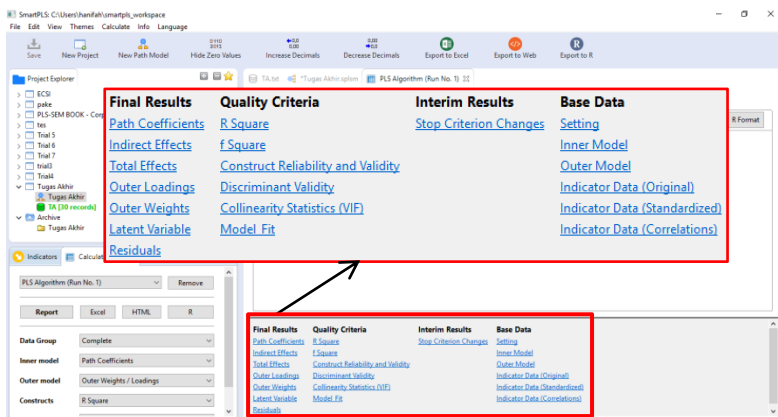
5. Melakukan pengujian model
Pengujian terdiri dari uji kualitas model pengukuran melalui menu *PLS Algorithm* dan uji hipotesis melalui menu *bootstrapping*.

a. Uji Kualitas Model Pengukuran

Uji ini dilakukan untuk melakukan uji validitas, uji reliabilitas, uji korelasi dan evaluasi *Goodness of Fit*. Cara melakukan uji ini adalah klik menu **Calculate**, lalu pilih menu **PLS Algorithm** seperti pada Gambar 3.10. Setelah itu pilih menu **Start Calculation**, saat proses kalkulasi selesai akan keluar hasil pengujian kualitas model pengukuran seperti pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.10 Uji Kualitas Model dengan PLS Algorithm

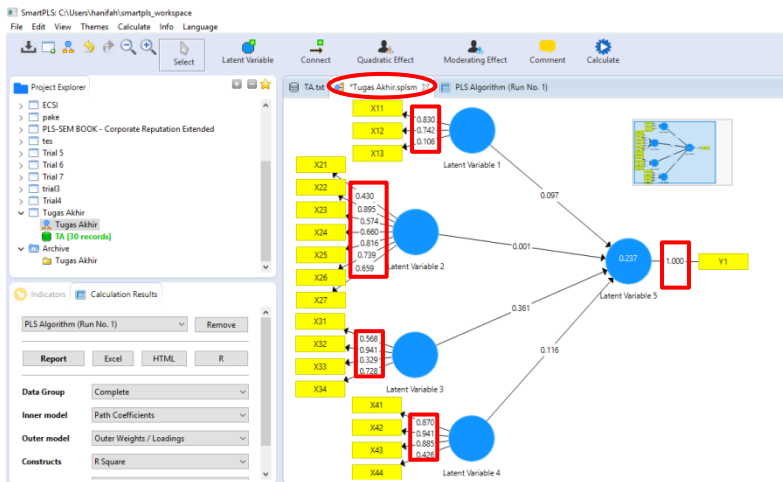


Gambar 3.11 Hasil Kalkulasi Menggunakan PLS Algorithm

Dalam kotak merah pada Gambar 3.11 diatas, terdapat menu-menu yang akan digunakan pada berbagai uji dalam penelitian. Diantaranya adalah sebagai berikut:

- Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan membuka tab diagram jalur pada lingkaran merah dan melihat nilai *loading factor* harus $\geq 0,5$ seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Uji Validitas

- Uji Reliabilitas

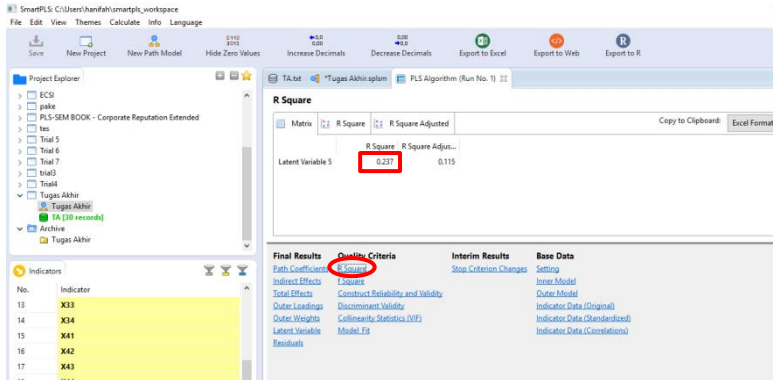
Uji ini dilakukan dengan cara klik menu **Construct Reliability and Validity**, kemudian lihat nilai pada kolom **Cronbach's Alpha** dan kolom **Composite Reliability** seperti pada Gambar 3.13.

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted
Latent Variable 1	0.242	0.383	0.617	0.417
Latent Variable 2	0.839	0.866	0.863	0.485
Latent Variable 3	0.650	0.864	0.754	0.462
Latent Variable 4	0.845	0.927	0.875	0.652
Latent Variable 5	1.000	1.000	1.000	1.000

Final Results	Quality Criteria	Interim Results	Base Data
Path Coefficients	R Square	Stop Criterion Changes	Settings
Indirect Effects	f Squared		Inner Model
Total Effects	Construct Reliability and Validity		Outer Model
Outer Loadings	Discriminant Validity		Indicator Data (Original)
Outer Weights	Collinearity Statistics (VIF)		Indicator Data (Standardized)
Latent Variable	Model Fit		Indicator Data (Correlations)

Gambar 3.13 Uji Reliabilitas

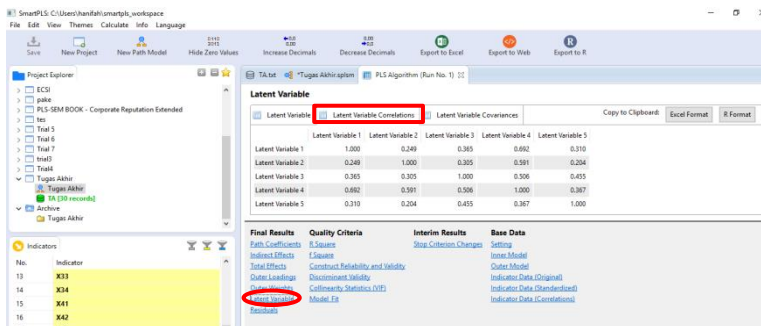
- Evaluasi *Goodness of Fit* (GoF)
Evaluasi ini dimulai dengan melihat nilai *R-square* yang dapat diperoleh dengan cara klik menu *R-square* seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Nilai *R-square*

Rumus untuk menghitung GoF adalah $GoF = \sqrt{AVE \times R^2}$ dimana nilai AVE dapat dilihat pada kolom *Average Variance Extracted* yang terdapat pada Gambar 3.13.

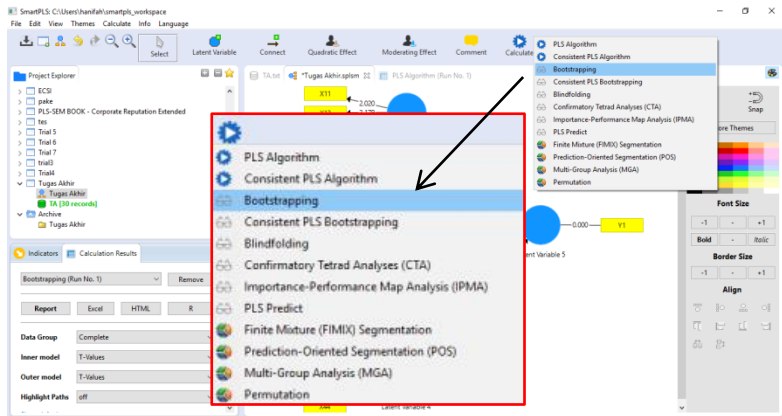
- Uji Korelasi
Uji ini dilakukan dengan cara klik menu ***Latent Variable***, lalu klik tab ***Latent Variable Correlations*** untuk melihat nilai korelasi antar variabel latennya seperti pada Gambar 3.15 berikut.



Gambar 3.15 Uji Korelasi

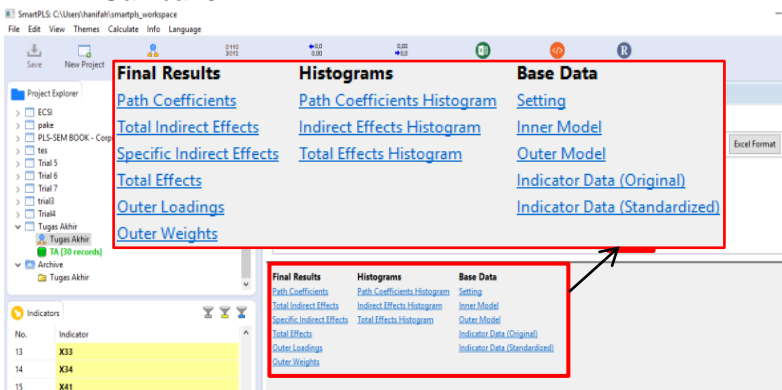
b. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan dengan melihat uji signifikansi melalui *bootstrapping*. Prosedur dimulai dengan mengklik menu **Calculate**, lalu klik menu **Bootstrapping** seperti pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Uji Hipotesis Menggunakan *Bootstrapping*

Setelah itu klik **Start Calculation** dan saat proses kalkulasi selesai, akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Uji Signifikansi

Uji signifikansi untuk setiap variabel laten dilakukan dengan melihat nilai pada kolom *p-value* yang terdapat pada Gambar 3.17. Sedangkan uji signifikansi untuk masing-masing indikator dapat dilihat dengan cara klik menu **Outer Weights** yang terdapat didalam kotak merah dan lihat nilai pada kolom *p-value* setiap indikator.

Dalam penelitian ini, hipotesis yang dikembangkan antara lain:

1. H_1 : Pengetahuan berpengaruh signifikan terhadap kualitas air isi ulang
2. H_1 : Perilaku berpengaruh signifikan terhadap kualitas air isi ulang
3. H_1 : Desinfeksi berpengaruh signifikan terhadap kualitas air isi ulang
4. H_1 : Sikap berpengaruh signifikan terhadap kualitas air isi ulang

b. *Fishbone Analysis*

Berdasarkan hasil analisis kualitas air minum, dilakukan identifikasi risiko. Dimana hasil analisis laboratorium yang tidak memenuhi baku mutu dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalannya. Sebagai contoh, dari 30 sampel yang diuji terdapat parameter kekeruhan yang tidak memenuhi baku mutu maka dapat diidentifikasi melalui proses filtrasi. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh rangkaian filter yang tidak sesuai atau media filter yang jenuh dan penyebab lainnya yang berkaitan dengan proses penyaringan. Digunakan *fishbone analysis* pada tiap parameter yang tidak memenuhi baku mutu untuk menentukan akar penyebab kegagalan produk dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja proses pengolahan air minum isi ulang.

7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan garis besar penelitian yang dapat diambil dari pembahasan yang dilakukan sebagai jawaban dari tujuan dan rumusan masalah penelitian. Saran diberikan untuk perbaikan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Risiko Kegagalan

Menurut Tchankova (2002), identifikasi risiko dilakukan dengan penyelidikan kegiatan organisasi dalam semua arah dan di semua tingkat manajerial. Perubahan internal dan eksternal lingkungan membutuhkan identifikasi risiko yang dilakukan terus menerus untuk mengungkapkan risiko-risiko yang baru.

Proses identifikasi dimulai dengan melakukan analisis kualitas hasil pengolahan air minum isi ulang, dilanjutkan dengan melakukan wawancara pengumpulan data kuesioner untuk membantu dalam analisis penyebab risiko kegagalan, serta untuk memperoleh informasi penunjang yang akan digunakan dalam penelitian.

4.1.1 Hasil Pelaksanaan Survey

Pelaksanaan survey lokasi dan jumlah DAMIU di Kecamatan Wonokromo dilaksanakan pada 29 Januari sampai 18 Februari 2018. Dari 50 depot yang ditemukan, 30 depot menggunakan teknologi desinfeksi ozon. 14 depot merupakan depot yang hanya menggunakan teknologi desinfeksi sinar ultraviolet, serta terdapat 6 depot yang usahanya telah tutup. Selain survey mengenai teknologi pengolahan, dapat diketahui 3 sumber air baku yang digunakan untuk pengolahan diantaranya adalah mata air pegunungan Prigen, Pacet dan Trawas. Sebagian besar DAMIU menggunakan sumber air baku dari Prigen karena harganya paling terjangkau.

Proses pengolahan yang terjadi pada DAMIU berdasarkan hasil survey adalah air baku yang ada di tandon dialirkan menggunakan pompa menuju 2 tabung filter besar. Tabung filter pertama ini berisi pasir silika yang berfungsi untuk menyaring partikel kasar untuk menurunkan tingkat kekeruhan. Kemudian dilanjutkan ke tabung filter kedua berisi karbon aktif sebagai media penyerap debu, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik lainnya. Selanjutnya air dialirkan ke tabung-tabung kecil yaitu *cartridge* filter sebagai saring partikel halus. Setelah melalui penyaringan, air dialirkan menuju teknologi desinfeksi untuk membunuh mikroorganisme patogen. Sebagian besar DAMIU

menggunakan desinfeksi ozon sebagai teknologi desinfeksi, namun ada juga yang menggunakan sinar UV. Sebelum air hasil pengolahan diisi ke dalam galon, petugas harus membersihkan galon dengan sikat dan membilas galon secara terbalik dengan air bertekanan tinggi.

Tabel 4.1. DAMIU di Kecamatan Wonokromo

Inisial	Sumber	Umur DAMIU	Umur Ozon
AA	Prigen	2 tahun	0,5 tahun
BB	Pacet	2 tahun	2 tahun
CC	Prigen	3 tahun	3 tahun
DD	Prigen	3 tahun	3 tahun
EE	Trawas	4 tahun	4 tahun
FF	Prigen	4 tahun	4 tahun
GG	Pacet	4 tahun	4 tahun
HH	Prigen	5 tahun	3 bulan
II	Prigen	5 tahun	3 tahun
JJ	Pacet	6 tahun	6 tahun
KK	Pacet	6 tahun	3 tahun
LL	Prigen	8 tahun	8 tahun
MM	Prigen	9 tahun	1,5 tahun
NN	Prigen	10 tahun	3 tahun
OO	Pacet	15 tahun	6 tahun
PP	Prigen	17 tahun	1 tahun
QQ	Trawas	18 tahun	3 tahun
RR	Prigen	10 tahun	2 tahun
SS	Prigen	10 tahun	2 tahun
TT	Prigen	2,5 tahun	2,5 tahun
UU	Pacet	5 tahun	3 tahun

Inisial	Sumber	Umur DAMIU	Umur Ozon
VV	Prigen	10 tahun	3,5 tahun
WW	Trawas	12 tahun	3 tahun
XX	Prigen	8 tahun	4 tahun
YY	Prigen	8 tahun	2 tahun
ZZ	Prigen	10 tahun	4 tahun
A1	Prigen	10 tahun	5 tahun
B1	Prigen	3 tahun	3 tahun
C1	Prigen	15 tahun	7 tahun
D1	Prigen	5 tahun	2,5 tahun

Sumber: Hasil penelitian

4.1.2 Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang

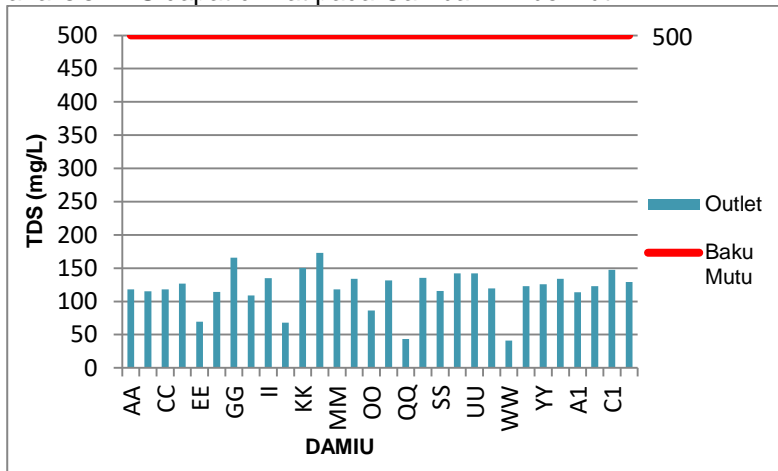
Hasil pengolahan air baku menjadi air minum isi ulang harus memenuhi baku mutu yang ditetapkan yaitu mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Analisis dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya, dimana parameter yang dianalisis adalah TDS, kekeruhan, pH dan total *Coliform*. Analisis dilakukan pada outlet yaitu air hasil pengolahan DAMIU. Air baku pengolahan di dalam tandon atau inlet DAMIU tidak dianalisis dikarenakan beberapa kendala seperti kesulitan pengambilan air dalam tandon serta tidak diperkenankan oleh pengelola DAMIU.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan botol berukuran 140 mL yang telah disterilisasi dengan autoklaf selama 2 jam dan galon 5L untuk air hasil pengolahan depot. Botol sterilisasi digunakan untuk analisis biologis, sedangkan galon digunakan untuk analisis fisik-kimia.

4.1.2.1 Analisis TDS

Menurut Situmorang (2007), *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan kelarutan zat padat baik berupa ion, senyawa ataupun koloid di dalam air. Apabila konsentrasi kelarutan zat

padat dalam keadaan normal sampai sangat rendah, kelarutan tidak dapat terlihat oleh mata secara langsung. Analisis TDS dilakukan menggunakan metode *Electrical Conductivity*. Hasil analisis TDS dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Hasil Analisis TDS Air Minum Isi Ulang

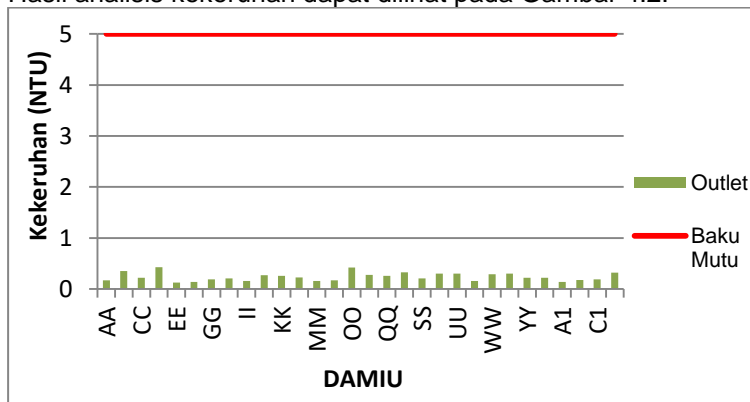
Dari hasil analisis diatas, dapat diketahui nilai TDS dalam semua sampel air minum isi ulang masih memenuhi baku mutu Permenkes No.492/2010 dengan nilai maksimum 500 mg/L. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat nilai TDS paling tinggi pada air hasil pengolahan depot LL sebesar 173 mg/L dan nilai TDS terkecil pada pengolahan depot WW yaitu 40,9 mg/L.

Air baku dari mata air pegunungan Trawas memiliki kualitas TDS awal yang rendah, sehingga pada hasil pengolahan menghasilkan nilai TDS yang semakin kecil. Menurut Mairizki (2017), nilai TDS yang baik menunjukkan bahwa sistem media filter yang digunakan DAMIU dalam keadaan baik untuk menyaring materi yang terlarut dalam air. Nilai TDS yang tinggi dapat mempengaruhi kejernihan, warna dan rasa pada air. Kadar TDS yang tinggi dalam air dapat menyebabkan kerak dalam alat-alat rumah tangga dan rasa air tidak enak seperti rasa logam (Sasongko *et al.*, 2014).

4.1.2.2 Analisis Kekeruhan

Menurut Paaijmans *et al.* (2008), kekeruhan akan merubah suhu air sebagai partikel tersuspensi didalam kolom air menyerap dan menghamburkan cahaya matahari. Partikel diantaranya seperti tanah liat dan endapan lumpur, bahan organik yang terbagi secara halus, plankton dan mikroorganisme berkontribusi terhadap kekeruhan. Menurut *Turbidity Fact Sheets* (2013), terdapat 3 aspek pada kekeruhan yang dipertimbangkan dalam risiko konsumen :

1. Kegunaan kekeruhan sebagai pengukuran untuk menjamin operasi optimal dari kinerja filter, dimana filtrasi digunakan untuk mengatasi risiko yang diidentifikasi terkait dengan patogen yang tahan terhadap klorin di air
 2. Pengaruh dari kekeruhan pada efisiensi proses desinfeksi
 3. Efek yang dimiliki kekeruhan pada estetika air yang diolah
- Analisis kekeruhan dilakukan menggunakan spektrofotometer. Hasil analisis kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



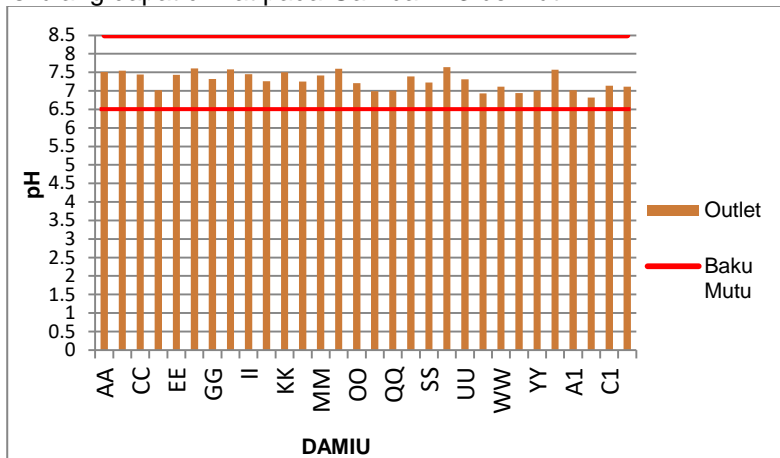
Gambar 4.2 Hasil Analisis Kekeruhan Air Minum Isi Ulang

Dari hasil analisis diatas, dapat diketahui nilai kekeruhan dalam semua sampel air minum isi ulang masih memenuhi baku mutu Permenkes No.492/2010 dengan nilai maksimum 5 NTU. Dari Gambar 4.2 dapat dilihat nilai kekeruhan paling tinggi pada air hasil pengolahan depot DD yaitu 0,43 NTU. Sedangkan nilai kekeruhan terkecil pada pengolahan depot EE yaitu 0,13 NTU. Nilai kekeruhan seluruh DAMIU tergolong kecil. Kekeruhan yang

tinggi dapat melindungi mikroorganisme dari aksi disinfektan (Katz, 1986).

4.1.2.3 Analisis pH

Menurut Athena *et al.* (2005), air yang bersifat asam ($\text{pH} < 6,5$) tidak disarankan untuk dikonsumsi karena bersifat korosif dan mampu melarutkan logam-logam yang tidak diperlukan tubuh. pH air lebih besar dari 7 atau bersifat basa memiliki kecenderungan untuk membentuk kerak pada pipa dan kurang efektif dalam membunuh mikroba (Mairizki, 2017). Analisis pH dilakukan menggunakan pH meter dengan mencelupkan sensor ke dalam sampel air isi ulang. Hasil analisis pH sampel air minum isi ulang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.

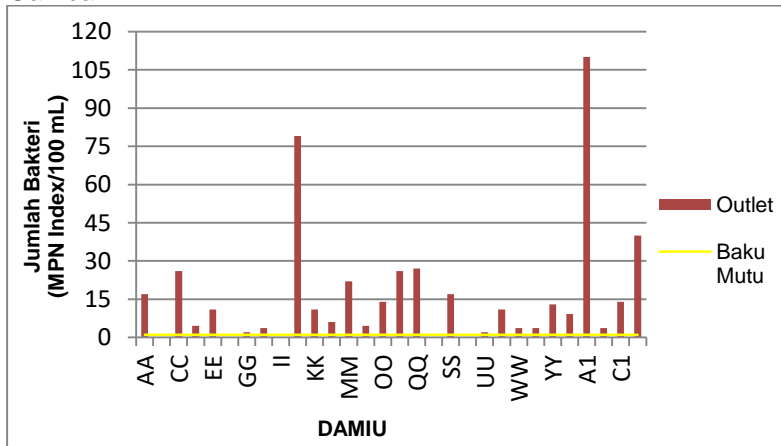


Gambar 4.3 Hasil Analisis pH Air Minum Isi Ulang

Dari hasil analisis parameter pH, dapat diketahui nilai pH dalam semua sampel air minum isi ulang masih memenuhi baku mutu Permenkes No.492/2010 dengan rentang nilai 6,5 – 8,5. Menurut Adelina *et al.* (2012), air minum bersifat basa tidak langsung menyebabkan masalah kesehatan tapi masalah estetika. Seperti menimbulkan rasa alkali dan menurunkan efisiensi pada pemanas air.

4.1.2.4 Analisis Bakteri

Air minum yang dikirim ke masyarakat sebagian besar terkontaminasi oleh mikroorganisme infeksius atau bahan kimia berbahaya (WWF, 2007). Oleh karena itu, analisis bakteri total *coliform* digunakan sebagai indikator mikroorganisme untuk menilai desinfeksi bekerja dengan baik selama inaktivasi patogen yang efisiensinya setidaknya sama dengan inaktivasi mikroorganisme indikator terpilih (von Gunten, 2003). Analisis bakteri *coliform* dilakukan melalui uji pendugaan (presumtif) yang menggunakan media *Lactose Broth* dan jumlah bakteri *coliform* dihitung berdasarkan tabel MPN Index dari kombinasi 15 tabung reaksi yang berisi 10 mL – 1 mL – 0,1 mL. Hasil analisis jumlah Total *Coliform* pada sampel air minum isi ulang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Analisa Bakteri Total *Coliform*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa air minum isi ulang yang memenuhi baku mutu dengan kombinasi 0-0-0 dimana nilai MPN Index/100 mL adalah <1,8 hanya 5 DAMIU yaitu depot BB, FF, II, RR dan TT. Sedangkan jumlah bakteri *coliform* paling banyak sejumlah 110 pada depot A1. Menurut Ahmed *et al.* (2013), air minum skala rumah tangga yang tidak sehat yang ditandai dengan adanya jumlah bakteri *coliform*, dapat disebabkan oleh sistem distribusi yang tidak sehat, kondisi yang tidak higienis dan perilaku manusia.

4.2 Analisis Penyebab Kegagalan

Setelah mengidentifikasi risiko kegagalan pada kualitas air minum isi ulang, dapat diketahui bahwa kegagalan terjadi pada parameter biologis yaitu masih adanya bakteri total *coliform*. Kemudian dilakukan analisis mengenai faktor-faktor penyebab kegagalan tersebut agar diketahui faktor apa yang berpengaruh paling signifikan untuk ditentukan saran perbaikan dalam yang perlu dilakukan. Analisis penyebab kegagalan ini dilakukan dengan 2 metode yaitu menggunakan *Structural Equation Modeling* (SEM) dan dilanjutkan dengan analisis *Fishbone*.

4.2.1 *Structural Equation Modeling* (SEM)

Berdasarkan hasil analisa laboratorium, tidak ditemukan korelasi antara umur alat desinfeksi mempengaruhi kinerja ozon terhadap jumlah bakteri Total *Coliform* pada air minum isi ulang. Menurut Simbolon *et al.* (2012), peralatan sterilisasi merupakan salah satu penentu kualitas air minum yang akan dihasilkan oleh usaha depot air minum, sebab jika penggunaan alat sterilisasi yang tidak dalam masa pakai, maka alat sterilisasi tersebut tidak dapat membebaskan air minum dari mikroorganisme yang terdapat dalam air. Sehingga, untuk membuktikan pengaruhnya digunakan analisis metode *Structural Equation Modeling* (SEM) yang diolah dengan *software* SmartPLS 3. Analisis ini dilakukan menggunakan data hasil kuesioner kepada sejumlah pengelola DAMIU dan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan.

Pengelola DAMIU sebagai responden menjawab setiap pertanyaan kuesioner yang terbagi menjadi 5 pilihan dalam bentuk skala *Likert*. Skala Likert banyak digunakan karena skala 5 lebih mudah digunakan dan mudah dipahami oleh responden (McDaniel dan Gates, 2013). Beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa penilaian dengan 5 skala memiliki reabilitas yang lebih tinggi karena tidak terlalu luas (Jenkins dan Taber, 1977). Pada analisis ini terdapat 5 variabel laten sesuai dengan pertanyaan dalam kuesioner yaitu:

1. Pengetahuan
2. Perilaku dalam operasional
3. Desinfeksi
4. Sikap
5. Kualitas air minum isi ulang

Variabel laten adalah variabel bebas maupun terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikat, atau disebut juga variabel independen. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi, disebut juga variabel dependen. Variabel yang mempengaruhi disimbolkan dengan X, sedangkan variabel yang dipengaruhi disimbolkan sebagai Y. Pada analisis ini, variabel X terdiri dari pengetahuan, perilaku, desinfeksi, dan sikap. Sedangkan variabel Y adalah kualitas air minum isi ulang yang tidak memenuhi baku mutu yaitu parameter Total *Coliform*.

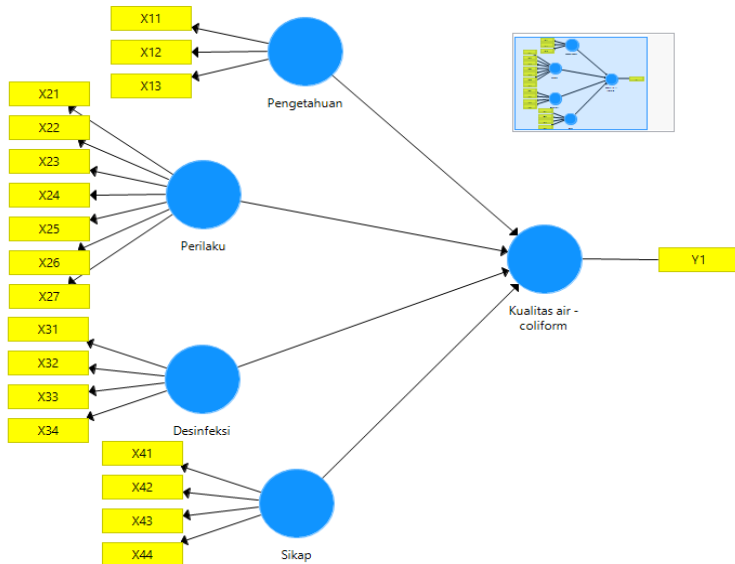
Menurut Fink (2003, dalam Sekaran dan Bougie, 2013), penelitian survey dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari atau tentang orang-orang untuk menggambarkan, membandingkan atau menjelaskan tentang pengetahuan, sikap dan perilaku mereka. Beberapa peneliti membedakan bentuk perilaku untuk pemecahan masalah ke dalam 3 ranah yaitu pengetahuan, sikap dan tindakan (Sarwono, 2004). Dan ditambahkan variabel desinfeksi untuk mengetahui pengaruh dari kinerja unit desinfeksi terhadap kualitas air minum isi ulang.

Setiap pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner menjadi variabel indikator dan dikelompokkan sesuai variabel latennya. Variabel laten beserta variabel indikatornya dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan diterjemahkan dalam diagram jalur yang akan dianalisis dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Tabel 4.2. Variabel Laten dan Variabel Indikator Penelitian

Variabel Laten	Definisi Variabel	Indikator
Pengetahuan	Faktor yang menunjukkan pemahaman pengelola	X11 Permenkes 43/2014 tentang higiene sanitasi
		X12 Permenkes 492/2010 tentang persyaratan kualitas air minum
		X13 Unit-unit pengolahan yang digunakan
Perilaku	Faktor yang menunjukkan perilaku/ yang biasanya dilakukan dalam operasional	X21 Partisipasi penyuluhan DAMIU
		X22 Melayani konsumen sesuai SOP
		X23 Membersihkan lemari peralatan

Variabel Laten	Definisi Variabel	Indikator	
DAMIU		X24	Backwash filter
		X25	Penggantian media filter
		X26	Penggantian <i>cartridge</i> filter
		X27	Pengawasan dari puskesmas setempat
Desinfeksi	Faktor yang menunjukkan penggunaan desinfeksi	X31	Umur desinfeksi ozon
		X32	Waktu kontak ozon
		X33	Intensitas pembersihan
		X34	Kapasitas ozon generator
Sikap	Faktor yang menunjukkan kemauan/ kesiediaan pengelola DAMIU	X41	Mengikuti penyuluhan
		X42	Memeriksa kualitas secara pribadi dan rutin
		X43	Menjaga kebersihan depot
		X44	Mengganti alat pengolahan yang tidak sesuai
Kualitas Air Minum Isi Ulang	Kualitas air minum isi ulang	Y1	Parameter total <i>coliform</i>



Gambar 4.5. Diagram Jalur Variabel Laten X terhadap Variabel Laten Y

Variabel indikator dari hasil kuesioner dikelompokkan berdasarkan masing-masing variabelnya. Analisis ini akan dilakukan 4 uji sebagai berikut:

4.2.1.1 Uji Model Pengukuran

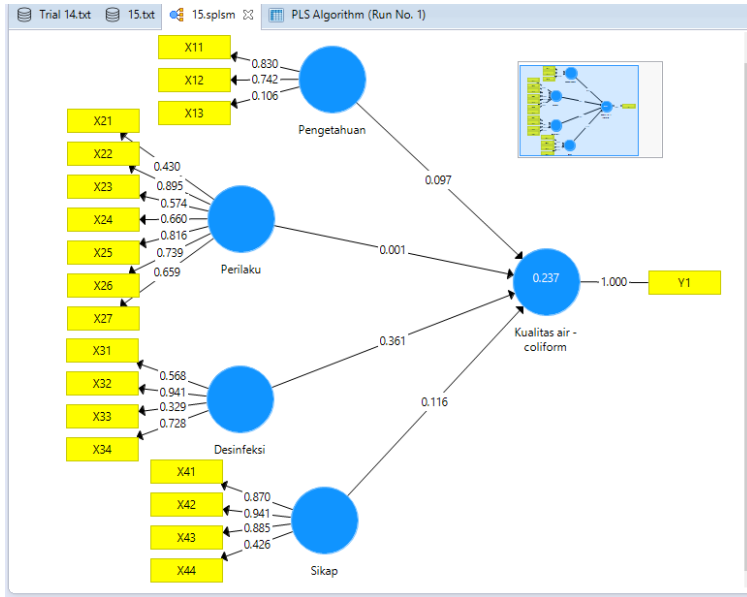
Uji model pengukuran adalah bagian dari suatu model persamaan struktural yang menggambarkan hubungan variabel laten dengan indikator-indikatornya (Sholiha dan Salamah, 2015). Hubungan kedua variabel dievaluasi menggunakan uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan untuk menentukan akurasi dan reliabilitas kuesioner (Yana et al., 2015). Uji validitas berfungsi untuk mengetahui apakah suatu indikator merupakan pembentuk konstruk (variabel laten) yang valid. Sedangkan uji reliabilitas berfungsi untuk melihat apakah suatu indikator benar-benar dapat dipercaya untuk mengukur suatu variabel laten.

a. Uji Validitas

Uji validitas dinilai berdasarkan korelasi antara nilai indikator dan nilai variabel laten dimana jika memiliki nilai *loading factor* $\geq 0,5$ dapat diterima dan dikatakan valid (Chin, 1998 dalam Hair et al., 2010). Jika terdapat nilai *loading factor* dibawah 0,5 maka harus dihilangkan agar diperoleh model yang spesifik. Sementara Hulland (1999), berpendapat lain bahwa nilai *loading factor* 0,4 masih dapat diterima. Untuk melakukan uji validitas, setelah menghubungkan 4 variabel laten X beserta indikatornya menuju variabel laten Y, klik *PLS Algorithm* pada simbol *calculate* untuk memulai kalkulasi model dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 4.6.

Nilai *loading factor* pada Tabel 4.2 diatas menunjukkan terdapat 4 indikator pada variabel laten X yang memiliki nilai $<0,5$ sehingga dinyatakan tidak valid. Indikator tersebut adalah:

- 1 indikator pada variabel laten pengetahuan (pemahaman mengenai teknologi yang digunakan)
- 1 indikator pada variabel laten perilaku (partisipasi penyuluhan DAMIU)
- 1 indikator pada variabel laten desinfeksi (intensitas pembersihan unit desinfeksi)
- 1 indikator pada variabel laten sikap (kemauan mengganti alat yang tidak sesuai)



Gambar 4.6. Hasil Kalkulasi PLS Algorithm

Hasil uji validitas terhadap model dapat dilihat pada Tabel 4.3.

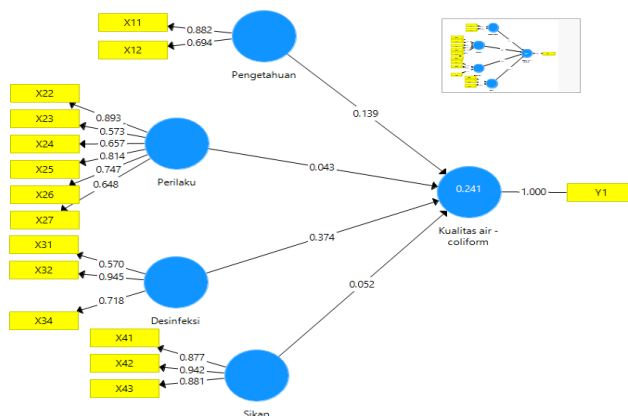
Tabel 4.3. Hasil Uji Validitas Kalkulasi Pertama

Variabel Laten	Indikator	Loading factor	Keputusan
Pengetahuan	X11	0,830	Valid
	X12	0,742	Valid
	X13	0,106	Tidak valid
Perilaku	X21	0,430	Tidak valid
	X22	0,895	Valid
	X23	0,574	Valid
	X24	0,660	Valid
	X25	0,816	Valid
	X26	0,739	Valid
	X27	0,659	Valid
Desinfeksi	X31	0,568	Valid
	X32	0,941	Valid
	X33	0,329	Tidak valid
	X34	0,728	Valid

Variabel Laten	Indikator	Loading factor	Keputusan
Sikap	X41	0,870	Valid
	X42	0,941	Valid
	X43	0,885	Valid
	X44	0,426	Tidak valid

4 indikator tersebut harus dihapus dari model karena dianggap indikator tersebut tidak/belum dimengerti oleh responden. Sedangkan variabel manifes atau variabel indikator dengan loading 0,7 atau lebih dianggap sangat memuaskan (Henseler *et al.*, 2009).

Dalam praktek pengambilan data kuesioner, data yang dikumpulkan belum tentu valid. Hal-hal yang mempengaruhi validitas data kuesioner seperti pertanyaan sulit dimengerti sehingga responden menjawab sesuai dengan pemahamannya masing-masing. Tentu hal ini menjadi suatu kendala dalam melakukan penilaian karena bersifat subjektif. Setelah 4 indikator tersebut dihapus dari model, dilakukan kalkulasi ulang menggunakan pilihan *PLS Algorithm* untuk memastikan perubahan nilai pada uji validitas. Hasil kalkulasi dapat dilihat pada Gambar 4.7. Gambar tersebut menunjukkan terjadi perubahan nilai validitas, 14 indikator yang tersisa seluruhnya bersifat valid karena memiliki nilai *loading factor* > 0,5. Nilai *loading factor* untuk indikator yang valid dapat dilihat pada Tabel 4.4.



Gambar 4.7. Hasil Kalkulasi Kedua untuk Uji Validitas

Tabel 4.4. Hasil Uji Validitas

Variabel Laten	Indikator	Loading factor	Keputusan
Pengetahuan	X11	0,882	Valid
	X12	0,694	Valid
Perilaku	X22	0,893	Valid
	X23	0,573	Valid
	X24	0,657	Valid
	X25	0,814	Valid
	X26	0,747	Valid
	X27	0,648	Valid
	X31	0,570	Valid
Desinfeksi	X32	0,945	Valid
	X34	0,718	Valid
Sikap	X41	0,877	Valid
	X42	0,942	Valid
	X43	0,881	Valid

Sumber: Hasil Analisis

Sehingga, notasi model pengukuran dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_{11} = 0,882 \xi_{11} + \delta_{11}$$

$$X_{12} = 0,694 \xi_{12} + \delta_{12}$$

$$X_{22} = 0,893 \xi_{22} + \delta_{22}$$

$$X_{23} = 0,573 \xi_{23} + \delta_{23}$$

$$X_{24} = 0,657 \xi_{24} + \delta_{24}$$

$$X_{25} = 0,814 \xi_{25} + \delta_{25}$$

$$X_{26} = 0,747 \xi_{26} + \delta_{26}$$

$$Y_1 = \eta_1 + \varepsilon_1$$

$$X_{27} = 0,648 \xi_{27} + \delta_{27}$$

$$X_{31} = 0,570 \xi_{31} + \delta_{31}$$

$$X_{32} = 0,945 \xi_{32} + \delta_{32}$$

$$X_{34} = 0,718 \xi_{34} + \delta_{34}$$

$$X_{41} = 0,877 \xi_{41} + \delta_{41}$$

$$X_{42} = 0,942 \xi_{42} + \delta_{42}$$

$$X_{43} = 0,881 \xi_{43} + \delta_{43}$$

Dimana simbol ξ dan η melambangkan variabel laten x dan y, sedangkan simbol δ dan ε merupakan error.

b. Uji Reliabilitas

Setelah semua indikator valid, dilakukan uji reliabilitas yang diukur dengan melihat nilai *cronbach's alpha* dan *composite reliability*, dimana akan dikatakan handal jika memiliki nilai *cronbach's alpha* $\geq 0,5$ dan nilai *composite reliability* $\geq 0,7$. Jika *composite reliability* bernilai 0,6 tetap dapat digunakan karena 0,6 masih dapat diterima sebagai batas terendah (Hair *et al.*, 2014). Menurut (Gliem dan Gliem, 2003), koefisien reliabilitas *cronbach's*

α secara normal berada pada rentang 0 dan 1. Semakin dekat koefisien *cronbach's alpha* dengan 1, maka konsistensi internal skala data semakin besar. Untuk melakukan uji reliabilitas, setelah melakukan kalkulasi menggunakan pilihan *PLS Algorithm* pada saat uji validitas kemudian klik *Construct Reliability and Validity*. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.5.

Construct Reliability and Validity

Matrix	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average
	Cronbach's Al...	rho_A	Composite Rel...	Average Varian...
Desinfeksi_	0.625	0.866	0.798	0.578
Kualitas air - co...	1.000	1.000	1.000	1.000
Pengetahuan	0.427	0.474	0.770	0.629
Perilaku	0.834	0.854	0.870	0.533
Sikap	0.886	0.973	0.928	0.811

Gambar 4.8 Hasil Uji Reliabilitas

Tabel 4.5. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel Laten	Cronbach's Alpha	Composite Reliability
Kualitas AMIU	1,000	1,000
Pengetahuan	0,427	0,770
Perilaku	0,834	0,870
Desinfeksi	0,625	0,798
Sikap	0,886	0,928

Tabel diatas menunjukkan bahwa semua variabel laten memenuhi syarat uji reliabilitas karena memiliki nilai *cronbach's alpha* $\geq 0,5$, kecuali untuk variabel pengetahuan memiliki nilai 0,427. Sedangkan untuk *composite reliability*, semua variabel memenuhi nilai $\geq 0,7$. Menurut Fornell dan Larcker (1981), uji ini menunjukkan seberapa baik sekumpulan variabel indikator menilai satu variabel laten. Namun apabila dibandingkan dengan *cronbach's alpha*, *composite reliability* dianggap sebagai ukuran konsistensi internal yang lebih baik karena menggunakan pembebanan standar dari variabel indikator. Sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap variabel indikator telah reliabel/handal dalam mengukur variabel latennya.

4.2.1.2 Uji Model Struktural / Inner Model

Setelah melakukan uji validitas, uji reliabilitas serta membentuk model pengukuran, selanjutnya adalah menganalisis pengaruh antar variabel laten yang disebut dengan model struktural (*inner model*). Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa model struktural yang terbentuk akurat. Model struktural yang terbentuk dapat dituliskan sebagai berikut:

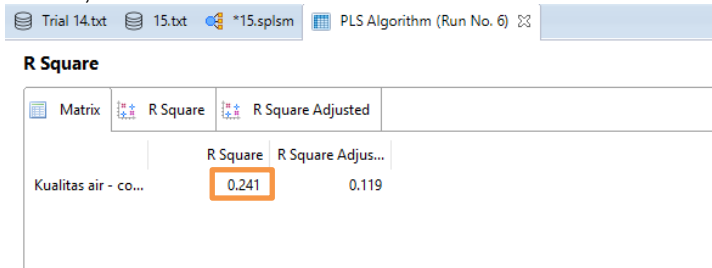
$$\eta_1 = \gamma_1\xi_1 + \gamma_2\xi_2 + \dots + \zeta_1 \quad (4.1)$$

Dimana dari uji model pengukuran diperoleh hasil berikut:

$$\text{Kualitas air isi ulang} = 0,139 \text{ pengetahuan} + 0,043 \text{ perilaku} + 0,374 \text{ desinfeksi} + 0,052 \text{ sikap} + \text{error}$$

Notasi error menunjukkan asumsi kesalahan pada model tersebut, karena model yang terbentuk tidak 100% benar.

Evaluasi terhadap *inner model* dimulai dengan melihat besarnya nilai *R-square* (R^2) disebut juga dengan koefisien determinasi yang digunakan untuk memprediksi seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y. Langkah yang dilakukan untuk memperoleh nilai R^2 adalah setelah memilih *PLS Algorithm*, kemudian klik pilihan *R-Square* pada bagian bawah seperti pada Gambar 4.9. Hasil kalkulasi menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,241.



Gambar 4.9. Nilai *R-Square*

Setelah mendapat nilai R^2 , dilakukan uji *goodness of fit* (GoF) untuk menguji seberapa baik atau keakuratan model yang sudah terbentuk. Semakin tinggi nilai GoF maka model tersebut semakin baik. Kriteria dari nilai Tenenhaus GoF antara lain:

$$\begin{aligned} 0,1 \leq GoF < 0,25 &= Small \\ 0,25 \leq GoF < 0,36 &= Medium \\ GoF \geq 0,36 &= Large \end{aligned}$$

Rumus untuk menghitung GoF adalah sebagai berikut:

$$GoF = \sqrt{AVE \times R^2} \quad (4.2)$$

Cara mendapatkan nilai AVE adalah setelah kalkulasi dengan PLS *Algorithm*, klik *Construct Reliability and Validity* dan lihat pada kolom *Average Variance Extracted* (AVE). Nilai AVE pada variabel sebaiknya lebih besar dari 0,5 (Memon dan Rahman, 2014). Kemudian dapat dihitung nilai GoF sebagai berikut:

Construct Reliability and Validity

Matrix	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	A
	Cronbach's Al...	Composite Rel...	Average Variance Extracted...	
Desinfeksi_	0.625	0.798	0.578	
Kualitas air - co...	1.000	1.000	1.000	
Pengetahuan	0.427	0.770	0.629	
Perilaku	0.834	0.870	0.533	
Sikap	0.886	0.928	0.811	

Gambar 4.10. Menu *Construct Reliability and Validity*

$$R^2 = 0,241$$

$$AVE \text{ Kualitas AMIU} = 1,000$$

$$AVE \text{ Pengetahuan} = 0,629$$

$$AVE \text{ Desinfeksi} = 0,578$$

$$AVE \text{ Perilaku} = 0,533$$

$$AVE \text{ Sikap} = 0,811$$

$$\overline{AVE} = \frac{AVE \text{ Kualitas} + AVE \text{ Pengetahuan} + AVE \text{ Perilaku} + AVE \text{ Desinfeksi} + AVE \text{ Sikap}}{5}$$

$$= 0,710$$

Maka,

$$GoF = \sqrt{\overline{AVE} \times R^2}$$

$$GoF = \sqrt{0,710 \times 0,241}$$

$$= 0,414$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai GoF sebesar 0,414 dan nilai tersebut menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tergolong baik karena masuk dalam kategori *large*.

4.2.1.3 Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk melihat besarnya hubungan antar variabel laten. Korelasi memiliki rentang nilai -1 sampai 1. Semakin mendekati nilai -1 atau 1, maka hubungan variabel latennya semakin erat. Langkah yang dilakukan untuk uji korelasi adalah klik *calculate* – *PLS Algorithm* – *start calculation* – *latent variable* pada bagian bawah lalu klik tab *latent variable correlations* seperti pada Gambar 4.11.

Latent Variable

Latent Variable	Latent Variable Correlations		Latent Variable Covariances		
	Desinfeksi_	Kualitas air - c...	Pengetahuan	Perilaku	Sikap
Desinfeksi_	1.000	0.459	0.323	0.302	0.512
Kualitas air - co...	0.459	1.000	0.300	0.206	0.357
Pengetahuan	0.323	0.300	1.000	0.149	0.637
Perilaku	0.302	0.206	0.149	1.000	0.572
Sikap	0.512	0.357	0.637	0.572	1.000

Gambar 4.11. Hasil Uji Korelasi

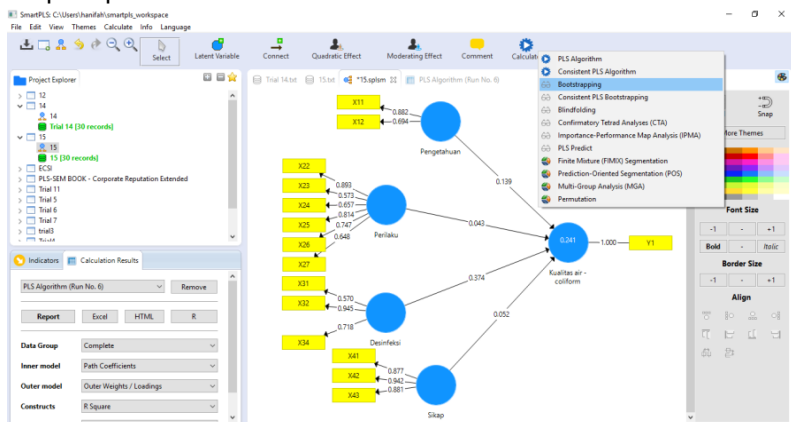
Gambar 4.11 diatas menunjukkan semua nilai korelasi bernilai positif yang berarti apabila nilai variabel X meningkat maka nilai variabel Y juga ikut meningkat. Nilai korelasi paling tinggi terhadap kualitas AMIU terdapat pada variabel laten pengetahuan terhadap sikap dengan nilai korelasi sebesar 0,637. Sedangkan nilai korelasi paling kecil terdapat pada variabel laten pengetahuan terhadap perilaku dengan nilai sebesar 0,149.

Hal ini dipengaruhi oleh faktor kebiasaan pengelola depot, sebagai contoh walaupun pengelola mengetahui bahwa sebelum melakukan pengisian galon harus mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir, namun karena pengelola terbiasa tidak mencuci tangan maka hal tersebut tetap tidak dilaksanakan. Adapun pengelola depot yang memiliki nilai pengetahuan rendah namun nilai perilaku baik, hal tersebut disebabkan pengelola depot hanya mengikuti saran yang diberikan oleh petugas dinas yang melakukan pengawasan.

4.2.1.4 Uji Signifikansi

Uji signifikansi digunakan untuk mengetahui variabel mana yang paling berpengaruh signifikan terhadap model pengukuran dan model struktural. Uji ini memiliki 2 kriteria signifikansi yaitu *T-Statistics* atau *p-value*. Untuk *T-Statistics*, nilainya harus dibandingkan dengan *T-tabel* untuk mengetahui nilai signifikansinya. Taraf signifikansi yang biasa digunakan pada *T-Statistics* adalah $\alpha = 5\% = 1,96$. Variabel laten/variabel indikator dikatakan berpengaruh signifikan apabila nilai *T-statistics* $> 1,96$. Tetapi, pada analisis ini akan digunakan nilai dari *p-value*, dimana taraf signifikansi yang banyak digunakan adalah $\alpha = 5\% = 0,05$. Sehingga, variabel laten dan variabel indikator akan dikatakan berpengaruh signifikan apabila nilai *p-value* lebih kecil dari α .

Uji signifikansi pada model struktural digunakan untuk melihat variabel laten mana yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap model yang terbentuk. Langkah yang dilakukan untuk uji signifikansi pada model struktural adalah klik *calculate – bootstrapping – start calculation* seperti pada Gambar 4.12. Kemudian klik *path coefficients* lalu lihat pada kolom *p-value* seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4.12. *Bootstrapping* untuk Uji Signifikansi

Path Coefficients

Mean, STDEV, T-Values, P-Val...	Confidence Intervals		Confidence Intervals Bias C...		Sample
	Original Sampl...	Sample Mean (...)	Standard Devia...	T Statistics (O...	P Values
Desinfeksi_ -> ...	0.374	0.385	0.176	2.133	0.033
Pengetahuan - ...	0.139	0.188	0.256	0.545	0.586
Perilaku -> Kua...	0.043	0.120	0.244	0.177	0.860
Sikap -> Kualit...	0.052	0.003	0.296	0.175	0.861

Gambar 4.13 Hasil Uji Signifikansi terhadap Model Struktural

Diperoleh nilai *p-value* terhadap kualitas air minum isi ulang sebagai berikut:

Pengetahuan = 0,586

Perilaku = 0,860

Desinfeksi = 0,033

Sikap = 0,861

Maka yang berpengaruh paling signifikan terhadap kualitas air minum isi ulang adalah variabel laten desinfeksi karena nilai *p-value* kurang dari 0,05 dan memiliki nilai paling kecil sebesar 0,042. Sehingga urutan variabel laten kualitas AMIU dari yang paling berpengaruh signifikan adalah:

desinfeksi → pengetahuan → perilaku → sikap

Sehingga dari hipotesis awal tentang adanya pengaruh dari variabel laten desinfeksi terhadap kualitas air minum isi ulang, diperoleh hasil bahwa H_0 ditolak dan H_1 (desinfeksi berpengaruh signifikan terhadap kualitas air minum isi ulang) diterima karena nilai *p-value* < 0,05.

Untuk variabel laten desinfeksi, dapat diketahui bahwa indikator valid yang berpengaruh yaitu umur, kapasitas dan waktu kontak. Indikator ini berpengaruh terhadap jumlah bakteri Total *Coliform* yang terkandung dalam sampel air minum isi ulang. Namun variabel pengetahuan, sikap dan perilaku pengelola DAMIU memiliki pengaruh yang kurang signifikan diperoleh berdasarkan hasil kuesioner dan dicocokkan dengan hasil analisis laboratorium mengenai kualitas air minum isi ulang. Berpengaruh kurang signifikan yaitu variabel laten tersebut berpengaruh kecil dan ada faktor lain yaitu unit desinfeksi yang berpengaruh lebih besar terhadap kualitas air minum isi ulang.

Uji signifikansi pada model pengukuran digunakan untuk melihat variabel indikator mana yang memberikan pengaruh paling signifikan dalam membentuk variabel laten. Langkah yang dilakukan adalah klik *outer weights* lalu lihat pada kolom *p-value* seperti Gambar 4.14. Dari hasil pengolahan data seperti penjelasan diatas, nilai *p-value* yang memenuhi $< 0,05$ hanya 3 indikator yaitu X11 (Permenkes 43/2014), X32 (waktu kontak ozon), dan X42 (kesediaan memeriksa kualitas air secara rutin dan internal), sehingga variabel indikator tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap masing-masing variabel latennya.

Outer Weights

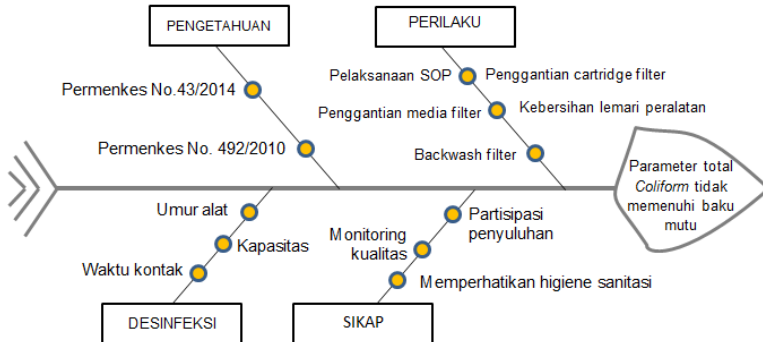
	Mean, STDEV, T-Values, P-Value	Confidence Intervals	Confidence Intervals		
	Original	Sample	Standard	T Statistics	P Values
Y1 <- Kualitas ...	1.000	1.000	0.000		
X11 <- Pengeta...	0.748	0.631	0.367	2.042	0.042
X32 <- Desinfe...	0.650	0.642	0.199	3.260	0.001
X12 <- Pengeta...	0.490	0.447	0.416	1.179	0.239
X42 <- Sikap	0.490	0.490	0.191	2.569	0.010
X26 <- Perilaku	0.404	0.258	0.331	1.220	0.223
X43 <- Sikap	0.346	0.364	0.199	1.741	0.082
X34 <- Desinfe...	0.308	0.248	0.196	1.574	0.116
X31 <- Desinfe...	0.289	0.267	0.216	1.337	0.182
X25 <- Perilaku	0.286	0.194	0.245	1.169	0.243
X23 <- Perilaku	0.282	0.198	0.356	0.793	0.428
X41 <- Sikap	0.266	0.210	0.285	0.935	0.350
X22 <- Perilaku	0.217	0.169	0.159	1.370	0.171
X27 <- Perilaku	0.096	0.114	0.261	0.367	0.713
X24 <- Perilaku	0.073	0.098	0.283	0.257	0.797

Gambar 4.14 Hasil Uji Signifikansi Terhadap Model Pengukuran

4.2.2 Analisis *Fishbone*

Menurut Malabay (2016), diagram *fishbone* ini berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh atau mempunyai dampak secara signifikan untuk menentukan karakteristik kualitas output. Sehingga, variabel indikator yang valid dari metode SEM dapat digunakan dalam

analisis *fishbone* untuk meningkatkan kualitas air minum isi ulang seperti pada Gambar 4.15. Selain itu, manfaat lain dari analisis *fishbone* adalah untuk memberikan wawasan dan membantu dalam kegiatan pembuatan keputusan, maupun penentuan tindakan perbaikan.



Gambar 4.15. Analisis Diagram Fishbone Kualitas Air Minum Isi Ulang Parameter *Total Coliform*

Penyebab kegagalan dari produksi air minum isi ulang yang terjadi dikarenakan oleh beberapa hal dimana pada fishbone ini terbagi menjadi:

A. Pengetahuan

Pengetahuan ini untuk mengukur seberapa paham responden mengenai peraturan-peraturan yang penting dalam menjalankan usaha DAMIU.

1. Pemahaman mengenai Permenkes No.43 tahun 2014

Salah satu hal penting yang perlu diketahui oleh setiap pengelola DAMIU adalah peraturan mengenai higiene sanitasi yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.43 Tahun 2014. Dimana didalamnya disebutkan bahwa higiene sanitasi merupakan upaya untuk mengendalikan faktor risiko terjadinya kontaminasi yang berasal dari tempat, peralatan dan penjamah terhadap air minum agar aman dikonsumsi.

Namun pada kenyataannya, tidak ada pengelola depot yang mengetahui peraturan tersebut sehingga higiene sanitasi kurang diperhatikan dalam pelaksanaan operasional DAMIU. Tidak hanya pengelola depot, petugas puskesmas juga masih ada yang

tidak mengetahui peraturan tersebut sehingga sosialisasi peraturan masih kurang. Padahal peraturan tersebut memberi pengetahuan mengenai bagaimana cara mengelola air minum yang higienis sesuai dengan standar baku mutu.

2. Pemahaman Permenkes No. 492 Tahun 2010

Selain perlu mengetahui ketentuan higiene sanitasi dalam operasional DAMIU, pengelola juga wajib paham mengenai persyaratan kualitas air minum yang dimuat dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010. Didalamnya memuat sangat banyak parameter, namun parameter yang umum dipantau untuk kualitas air minum adalah total *coliform*, TDS, kekeruhan dan pH. Pengelola DAMIU perlu mengetahui batas baku mutu dari parameter tersebut namun setelah dilakukan wawancara dengan kuesioner, hanya sedikit yang mengetahui peraturan tersebut. Sebagian lagi hanya mengetahui bahwa kualitas air harus bersih dari parameter total *coliform*.

B. Perilaku dalam Operasional

Selain faktor pengetahuan, faktor yang tidak kalah penting adalah dari perilaku pengelola dalam operasional DAMIU. Perilaku disini merupakan kegiatan-kegiatan atau prosedur yang biasa atau sudah dilakukan oleh pengelola.

1. Pelayanan sesuai SOP

Dalam melayani konsumen, SOP seharusnya menjadi hal penting yang tidak boleh dilewatkan. Setiap DAMIU wajib memiliki SOP dan memasang SOP tersebut di tempat yang mudah terlihat. Namun, hampir seluruh DAMIU yang diteliti tidak memasang SOP di tempat kerja dikarenakan DAMIU tersebut tidak memiliki karyawan dan dioperasikan langsung oleh pemilik yang berada di rumah.

Ketentuan dalam SOP sebaiknya mencakup aspek penjamah yang juga dijelaskan dalam Permenkes No.43 Tahun 2014 yaitu penjamah harus dalam keadaan sehat dan bebas dari penyakit menular serta tidak menjadi pembawa kuman patogen. Selain itu penjamah harus berperilaku higienis dan saniter setiap melayani konsumen dimana harus selalu mencuci tangan dengan sabun dan air yang mengalir, menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi, dan tidak merokok. Namun setelah melakukan

pengamatan, masih ada ditemukan pengelola DAMIU yang melayani konsumen sambil merokok. Hal ini tentu mempengaruhi tingkat higienis dalam operasional. Selain itu SOP untuk selalu membilas atau menyikat galon sebelum dilakukan pengisian juga penting untuk dicantumkan untuk mencegah penjamah lupa atau terburu-buru dalam melakukan pengisian.

2. Pembersihan lemari peralatan pengolahan

Hal kecil seperti membersihkan lemari peralatan pengolahan sering terabaikan, padahal memberikan dampak yang cukup berarti pada kualitas air minum. Dari hasil pengamatan, sebagian besar lemari peralatan pengolah tidak dalam kondisi hygiene dan dari hasil wawancara, lemari peralatan pengolah tidak dibersihkan setiap hari. Padahal, kontaminasi terhadap kualitas air minum isi ulang dapat terjadi kapan saja. Terutama pada bilik lemari pengisian galon.

3. *Backwash* Filter

Setiap 2-3 minggu, perlu dilakukan *backwash* filter untuk menghilangkan padatan tersuspensi (de Moel *et al.*, 2006). Secara bertahap kecepatan *backwash* dikurangi untuk mempertahankan stratifikasi sejauh mungkin (NATO, 1984). Namun, dari hasil wawancara diketahui bahwa sebagian besar DAMIU melakukan *backwash* selama 1 tahun sekali dan 6 bulan sekali. Hal tersebut kurang baik dikarenakan filter digunakan setiap hari dan dalam kapasitas yang cukup besar, sehingga filter cepat jenuh dan membutuhkan jadwal pembersihan yang rutin dan dengan jarak yang tidak terlalu lama. Berdasarkan hasil wawancara kuesioner, sebagian besar DAMIU melakukan *backwash* setiap 1 tahun dan 6 bulan sekali. Padahal setiap hari filter digunakan untuk menyaring air baku dalam kapasitas yang cukup besar dan membutuhkan pembersihan tidak dalam jarak waktu yang jauh.

4. Penggantian Media Filter

Menurut *National Research Council* (1997), salah satu cara untuk memastikan produksi air memenuhi baku mutu adalah dengan menetapkan jadwal penggantian media filter. Jadwal penggantian dapat ditetapkan berdasarkan waktu (setiap 6 bulan)

atau dengan debit (setiap 30.000 L). Namun penggantian setiap 6 bulan lebih disarankan karena jika berdasarkan debit, pengelola depot memerlukan meter air yang digunakan sebagai program pemantauan. Dari hasil wawancara kuesioner, penggantian media filter sebagian besar dilakukan setiap 1 tahun dan 1,5 tahun sekali padahal waktu ideal penggantian adalah setiap 6 bulan.

5. Penggantian *Cartridge* Filter

Filter karbon dijadwalkan untuk diganti secara rutin setiap 6 bulan, dan filter-filter lainnya yaitu *cartridge* filter diganti setiap 3 bulan (Falconer, 2005). Penggantian yang dilakukan adalah mengganti karbon blok yang ada didalam tabung *cartridge* filter, namun ada juga beberapa depot yang mengganti lebih cepat dari ketentuan yaitu 1-2 minggu sekali dan 1 bulan sekali, dikarenakan kapasitas pengolahan air minum yang besar sehingga *cartridge* filter tidak dapat menyaring dengan baik sampai 3 bulan. Sebagian besar DAMIU sudah melakukan penggantian *cartridge* sesuai dengan ketentuan yaitu setiap 3 bulan. Namun ada beberapa DAMIU yang mengganti lebih cepat, yaitu setiap 2 minggu dan 1 bulan sekali dikarenakan kapasitas pengolahan air setiap harinya yang cukup besar sehingga kinerja *cartridge* menurun lebih cepat.

C. Desinfeksi Ozon

Ozon sebagai unit desinfeksi berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah bakteri coliform. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme yaitu:

1. Umur Desinfeksi

Menurut Simbolon *et al.* (2012), peralatan sterilisasi merupakan salah satu penentu kualitas air minum yang akan dihasilkan oleh usaha depot air minum, sebab jika penggunaan alat sterilisasi yang tidak dalam masa pakai, maka alat sterilisasi tersebut tidak dapat membebaskan air minum dari mikro organisme yang terdapat dalam air. Umur penggunaan ozon yaitu selama 5 tahun, dimana semakin lama kinerja ozon akan berkurang dan mempengaruhi dalam kinerja membunuh bakteri total *coliform*. Sehingga perlu dilakukan penggantian teknologi

desinfeksi apabila telah sampai pada masa pakai, walaupun alat tersebut belum rusak karena dapat dipastikan kinerjanya telah jauh berkurang. Namun terdapat 4 DAMIU yang menggunakan desinfeksi ozon dengan umur lebih dari 5 tahun sehingga kinerja desinfeksi tersebut telah berkurang dalam membunuh mikroorganisme.

2. Kapasitas Desinfeksi Ozon

Dari hasil survey langsung, sebagian besar DAMIU menggunakan ozon generator dengan kapasitas 0,25 g/jam dimana alat tersebut berfungsi untuk mensterilisasi sayur dan buah. Kapasitas tersebut cukup kecil apabila digunakan untuk DAMIU yang mengolah air dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang cukup lama per harinya. Sehingga, kapasitas ozon generator perlu ditingkatkan untuk memastikan ozonisasi berlangsung dengan optimal.

3. Waktu Kontak

Menurut Summerfelt (2003), efektivitas desinfeksi tergantung pada konsentrasi ozon dan lama waktu paparan. Proses desinfeksi air umumnya memerlukan konsentrasi ozon sekitar 0,1-0,2 mg/L selama 30 menit, tergantung pada mikroorganisme target. Waktu paruh ozon dalam larutan cair adalah 20 sampai 30 menit (Perry dan Green, 1997). Semakin lama waktu kontak ozon menyebabkan tersuplainya oksigen yang semakin banyak dalam air. Sehingga senyawa organik (komponen yang mempengaruhi warna air) yang sifatnya mengkonsumsi oksigen terlarut akan semakin sedikit jumlahnya (Purwadi et al., 2006). Menurut Wulansarie (2012), laju aliran keluaran pompa yang semakin besar akan menyebabkan jumlah bakteri sisa pada air semakin besar. Hal tersebut disebabkan oleh waktu tinggal sampel dalam aliran yang singkat sehingga waktu kontak desinfektan dengan bakteri juga singkat. Oleh karena itu, untuk memperpanjang waktu kontak ozon dengan air yang diolah dapat dilakukan dengan cara memperkecil laju aliran keluaran pompa.

D. Sikap

Sikap merupakan kesiapan, kemauan atau kesediaan untuk melakukan sesuatu. Oleh karena itu sikap menjadi variabel

penting untuk mengukur kemauan pengelola depot untuk memperbaiki operasional DAMIU dan meningkatkan kualitas air produksinya.

1. Kemauan mengikuti penyuluhan

Penyuluhan mengenai DAMIU merupakan salah satu fasilitas yang diberikan oleh Puskesmas kepada para pengelola DAMIU. Pihak eksternal seperti kampus juga terkadang mengadakan pelatihan manajemen untuk DAMIU. Walaupun banyak tersedia fasilitas penyuluhan, tingkat partisipasi pengelola depot masih terbilang sangat rendah. Hasil wawancara kepada sanitarian puskesmas setempat mengatakan bahwa saat diadakan penyuluhan, tidak ada pengelola depot yang mau datang, terkadang hanya 1-2 orang. Hal ini seharusnya mendapat perhatian khusus dikarenakan menurut Sulistyandari (2009), penyuluhan atau pelatihan tersebut berfungsi sebagai SOP tidak tertulis yang harus dipatuhi petugas.

2. Monitoring kualitas secara pribadi dan rutin

Selain mendapat pengawasan dan fasilitas pemantauan kualitas air minum isi ulang dari Puskesmas setempat, menurut Permenkes Nomor 736/Menkes/Per/VI/2010 mengenai tata laksana pengawasan kualitas air minum, DAMIU wajib melaksanakan pengawasan internal terhadap kualitas air yang siap dimasukkan ke dalam galon. Untuk parameter mikrobiologi dan fisik diperiksa 1 bulan sekali, sedangkan parameter kimia diperiksa 6 bulan sekali. Ketentuan tersebut digunakan untuk pemantauan kualitas air baku maupun air hasil pengolahan. DAMIU yang telah diambil sampel airnya oleh puskesmas terkadang sering terlambat menerima hasil laboratorium dan jika tidak memenuhi baku mutu akan diberi teguran ataupun surat peringatan. Untuk itu, pengelola DAMIU harus inisiatif untuk memeriksa kualitas airnya sendiri tanpa harus menunggu dari puskesmas mengingat banyaknya DAMIU yang harus dipantau oleh puskesmas setempat.

3. Menjaga kebersihan sesuai Permenkes No.43/2014

Faktor yang tidak kalah penting yaitu perlunya menjaga hygiene sanitasi depot sesuai Permenkes 43/2014. Selain pentingnya untuk mengetahui peraturan tersebut, kemauan untuk mengimplementasikan juga tidak kalah penting dan membutuhkan komitmen yang tinggi.

4.3 Rekomendasi Perbaikan

Setelah melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang, ditentukan rekomendasi perbaikan agar kegagalan operasional pengolahan DAMIU tidak terulang kembali. Dalam rekomendasi perbaikan, ditentukan bobot penanganan. Bobot mengindikasikan tingkat kepentingan relatif dari setiap faktor terhadap keberhasilan usaha dalam bisnis (Putra, 2010). Bobot berhubungan dengan nilai *p values* karena nilai *p values* diartikan sebagai nilai kesalahan yang diperoleh peneliti dari hasil perhitungan statistik. Variabel yang memiliki nilai *p values* kecil berarti berpengaruh semakin besar terhadap kualitas air minum isi ulang sehingga memiliki tingkat kepentingan yang tinggi. Dimana bobot dari setiap variabel ditentukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menghitung nilai kebenaran masing-masing variabel dari nilai *p values*. Nilai kebenaran dihitung dengan cara:

$$1 - p \text{ values} \quad (4.1)$$

2. Menghitung jumlah nilai kebenaran dari seluruh variabel

3. Menghitung bobot masing-masing variabel dengan cara:

$$\frac{\text{Nilai kebenaran setiap variabel}}{\text{jumlah nilai kebenaran}} \quad (4.2)$$

Adapun contoh perhitungan bobot dari masing-masing variabel laten seperti pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6. Perhitungan Bobot Variabel Laten

	P values	Kebenaran	Bobot (%)
Pengetahuan	0,586	0,414	24,9
Perilaku	0,860	0,140	8,4
Desinfeksi	0,033	0,967	58,3
Sikap	0,861	0,139	8,4
Jumlah	2,34	1,660	100,0

Sumber: Hasil perhitungan

Untuk bobot masing-masing variabel indikator, digunakan prosedur perhitungan yang sama. Sehingga, variabel dengan bobot tinggi berarti memiliki tingkat kepentingan yang tinggi pula. Adapun rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan oleh pengelola depot diuraikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Rekomendasi Perbaikan DAMIU

Variabel	Bobot Variabel	Indikator	Bobot indikator	Rekomendasi Perbaikan
Pengetahuan	24,9%	Permenkes 43/2014	13,9%	Memasang SOP sesuai Permenkes 43/2014 dan baku mutu dalam Permenkes 492/2010 di dalam depot
		Permenkes 492/2010	11,0%	
Perilaku	8,4%	Pelaksanaan SOP	2%	Wajib melaksanakan SOP sesuai Permenkes 43/2014 yaitu tidak merokok, berpakaian rapi dan bersih, khususnya menyediakan fasilitas cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun disamping tempat pengisian galon
		Pembersihan lemari peralatan	1,4%	Membersihkan lemari peralatan setiap hari sebelum depot tutup dan bilik pengisian setiap selesai pengisian menggunakan kain bersih untuk mencegah debu menempel dan air yang tumpah
		Jadwal backwash filter	0,5%	Melakukan <i>backwash</i> filter secara rutin setiap 2-3 minggu sekali
		Jadwal penggantian media filter	1,9%	Melakukan penggantian media secara rutin setiap 6 bulan sekali
		Jadwal penggantian cartridge filter	1,9%	Mengganti cartridge filter setiap 3 bulan
		Pemeriksaan oleh puskesmas	0,7%	Mengikuti pemeriksaan kualitas fisik-kimia dan biologis yang dilaksanakan sanitarian

Variabel	Bobot Variabel	Indikator	Bobot indikator	Rekomendasi Perbaikan
Desinfeksi	58,3%			puskesmas secara rutin dan meminta hasil analisis jika terlambat diberikan
		Umur ozon	17,5%	Mengganti ozon generator jika rusak atau telah sampai masa pakai 5 tahun
		Kapasitas ozon generator	18,9%	Menambah kapasitas ozon generator jika kapasitas penjualan air isi ulang setiap harinya lebih dari 100 galon
		Waktu kontak	21,4%	Mengurangi laju alir keluaran pompa sehingga menambah waktu kontak ozon dalam air
Sikap	8,4%	Kesediaan mengikuti penyuluhan	2,1%	Mengikuti penyuluhan minimal 1 kali tiap tahun agar tidak melewatkan informasi terbaru dan melakukan pelaporan kepada puskesmas
		Kesediaan memeriksa kualitas air internal dan rutin	3,2%	Memasang jadwal dan pengingat melakukan pemeriksaan kualitas secara rutin sesuai SK Menteri Kesehatan No.907/2002 (parameter fisika dan mikrobiologi 1 kali per bulan dan parameter kimia wajib 6 bulan sekali) menilai kinerja DAMIU. Kemudian hasil dari pemeriksaan dilaporkan kepada petugas sanitarian puskesmas.
		Kesediaan menjaga higienitas sanitasi dalam operasional	3%	Memperhatikan dan mengecek perkembangan kondisi higienitas depot dan dilakukan pelaporan kepada puskesmas

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan dari hasil analisis, yaitu:

1. Risiko kegagalan terjadi pada parameter biologis dikarenakan hanya 5 dari 30 depot yang memenuhi baku mutu untuk parameter bakteri total *coliform*.
2. Berdasarkan hasil analisis PLS-SEM, diketahui bahwa teknologi desinfeksi berpengaruh signifikan terhadap kualitas air minum isi ulang. Variabel indikator dari desinfeksi yang berpengaruh signifikan adalah waktu kontak.
3. Efektivitas alat desinfeksi yaitu ozon tergantung pada lama waktu kontak. Untuk mengoptimalkan kinerja unit desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme, perlu mengurangi laju alir keluaran pompa sehingga waktu kontak ozon dengan mikroorganisme semakin lama.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu meneliti bagian inlet pengolahan DAMIU yaitu air baku yang digunakan dalam tandon. Inlet tersebut berguna untuk mempermudah penilaian kinerja pengolahan karena dapat membandingkan kualitas air sebelum dan setelah diolah. Selain itu, perlu dilakukan penelitian terhadap pengolahan yang menggunakan kombinasi unit desinfeksi seperti sinar ultraviolet dan *reverse osmosis* agar dapat diketahui kombinasi desinfeksi yang ideal dalam kualitas air minum isi ulang.

“Halaman sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, R., Winarsih, Setyorini, H. A. 2012. "Penilaian Air Minum Isi Ulang Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di dan Luar Jabodetabek Tahun 2011". **Jurnal Kefarmasian Indonesia**, Vol.2 No.2:48 – 53.
- Agustini, S., dan Rienoviar. 2011. "Pengaruh Konsentrasi Ozon Terhadap Cemarkan Mikroba pada Air Minum dalam Kemasan". **Jurnal Dinamika Penelitian Industri** Vol.22 No.1.
- Ahmed, A., Noonari, T. M., Magsi, H., dan Mahar, A. 2013. "Risk Assessment of Total and Faecal Coliform Bacteria From Drinking Water Supply of Badin City, Pakistan". **Journal of Environmental Professionals Sri Lanka**, Vol.2 No.1:52-64.
- American National Standard. 2004. *Risk Management Standard*. Strathfield, NSW: Standards Association of Australia.
- American Society for Quality. 2005. *Fishbone Diagram*. Accessed From:<http://www.asq.org/learnabout-quality/cause-analysis-tools/overview/fishbone.html>. Accessed by: November 5, 2017.
- Asfawi, S. 2004. *Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Tingkat Produsen di Kota Semarang*. Tesis. Universitas Diponegoro Semarang.
- Athena, Sukar, dan Haryono. 2004. "Kandungan Bakteri Total Coli dan Eschericia coli / Fecal Coli Air Minum dari Depo Air Minum Isi Ulang di Jakarta, Tangerang dan Bekasi". **Buletin Penelitian Kesehatan**, Vol.32 No.3.
- BBPOM. 2004. *Materi Pelatihan Penyuluhan Keamanan Pangan*. Buku II. Surabaya: BBPOM.
- Bose, T. K. 2012. "Application of Fishbone Analysis for Evaluating Supply Chain and Business Process a Case Study on The St James Hospital". **International Journal of Managing Value and Supply Chains** Vol.3 No.2.
- BPS Kota Surabaya. 2017. *Kecamatan Wonokromo dalam Angka 2017*. Surabaya.

- Byna, S. K. dan H, S. N. 2009. "Kajian Kualitas Air Sungai yang Melewati Kecamatan Gambut dan Aluh Aluh Kalimantan Selatan". **Bioscientae**, Vol.6 No.1:40-50.
- Chavez, C. A. 2010. *QC Warns Illegal Water Stations*. Manila Bulletin, 2nd.
- Dagsuyu, C., Gocmen, E., Narli, M., and Kokangul, A. 2016. "Classical And Fuzzy FMEA Risk Analysis in A Sterilization Unit". **Elsevier, Computers & Industrial Engineering** 101 (2016): 286–294.
- Darmawi, H. 2005. *Manajemen Risiko*. Jakarta: Bumi Aksara.
- De Moel, P. J., Verberk, J. Q. J. C., dan van Dijk, J. C. 2006. *Drinking water principles and practices*. Singapore: World Scientific.
- Departemen Kesehatan. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. 2002. *Pedoman Pemberantasan Penyakit Saluran Pernafasan Akut*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan RI dan WHO. 2003. *Pedoman Pembinaan dan Pengawasan Higiene Sanitasi Depot Air Minum*. Jakarta: Ditjen PPM dan PLP Depkes.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan No 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. 2010. *Pedoman Pelaksanaan Higiene Sanitasi Depot Air Minum*. Jakarta: Dirjen P2PL Kemenkes RI.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 2004. Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia No. 651/MPP/Kep/10/2004 tentang *Persyaratan Teknis Depo Air Minum dan Perdaganganannya*. Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Jakarta.
- Dewi, I., Wahab, I. dan Citra, F. W. 2016. "Analisis Kualitas Air Akibat Bongkar Muat Batu Bara di Sungai Ketahun Desa Pasar Ketahun Kecamatan Ketahun Kabupaten Bengkulu Utara". **Jurnal Georafflesia**, Vol.1 No.2.
- DINU, A. 2012. "Modern Methods of Risk Identification in Risk Management". **International Journal of Academic**

Research in Economics and Management Scienci, Vol.1
No.6.

- Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman. 2010. *Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depo Air Minum*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2011. *Water Treatment Manual: Disinfection*. Ireland. ISBN: 978-184095-421-0.
- Falconer, I. R. 2005. *Cyanobacterial Toxins of Drinking Water Supplies*. New York: CRC Press
- Fauziah, N. 2009. *Aplikasi Fishbone Analysis dalam Meningkatkan Kualitas Produksi Teh pada PT Rumpun Sari Kemuning, Kabupaten Karanganyar*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Fink, L. D. 2003. *Creating Significant Learning Experiences*. San Francisco: Jossey Bass.
- Fornell, C., dan Larcker, D. F. 1981. "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error". **Journal of Marketing Researches**, Vol18 No.1: 39-50.
- Ghozali, I. 2006. *Aplikasi Struktural Equation Modeling Metode Alternatif dengan Partial Least Square, edisi 1*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gliem, J. A. and Gliem, R. R. 2003. *Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales*. Columbus: The Ohio State University.
- Gottschalk, C., Libra, J. A. dan Saupe, A. 2000. *Ozonation of Water and Waste Water*. German: Wiley-vch.
- Hair, J. F. 2010. *Multivariate Data Analysis, 7th edition*. Pearson Prentice Hall.
- Henseler, J., Ringle, C. M., dan Sinkovics, R. R. 2009. "The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing". **Advances in International Marketing**, Vol.20: 277-319.

- Hopkin, P. 2010. *Fundamentals of Risks Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management*. London: Kogan Page.
- Hulland, J. 1999. "Use of partial least square (PLS) in strategic management research: a review of four recent studies". **Strategic Management Journal**, Vol.20 No.2.
- Hussein, A. S. 2015. *Penelitian Bisnis dan Manajemen Menggunakan Partial Least Squares (PLS) dengan SmartPLS 3.0*. Modul Ajar Jurusan Manajemen, Universitas Brawijaya.
- Indirawati, S. M. 2009. *Analisis Hygiene Sanitasi dan Kualitas Air Minum Isi Ulang (AMIU) Berdasarkan Sumber Air Baku pada Depo Air Minum di Kota Medan*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Jaya, I. G. N. M. 2008. *Permodelan Persamaan Struktural dengan Partial Least Square*. Semnas Matematika.
- Jenkins, G. D. and Taber, T. D. 1977. "A Monte Carlo Study of Factors Affecting Three Indices of Composite Scale Reliability". **Journal of Applied Psychology**, Vol.62 No.4.
- Joko, T. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Karnaningroem, N., Mardyanto, M. A., Damayanti, A. 2017. *Assessment Risiko Bahaya Pemakaian Air Isi Ulang sebagai Pemenuhan Air Bersih dan Upaya Meminimisasi Dampak Negatifnya*. Surabaya: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, ITS.
- Katz, D. 1986. *Ozone Technology*. Golf Course Management.
- Kementerian Kesehatan RI. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.736/Menkes/Per/IV/2010 tentang *Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI. 2013. *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kementerian Perindustrian dan Perdagangan RI. 2003. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No.705/MPP/Kep/11/2003 tentang *Persyaratan Teknis Industri Air Minum dalam Kemasan dan Perdaganganannya*. Jakarta.
- Kementerian Perindustrian RI. 2010. Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia

- No.651/MPP/Kep/10/2004 *Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia. 2004. *Persyaratan Teknis Depo Air Minum dan Perdaganganannya*.
- Kerzner, H. 2001. *Project Management*. Seventh Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kyu-Earn, J. H. H. B., dan Kangb, K. J. W. 2006. "Killing Effect of Ozone on House Dust Mites, the Major Indoor Allergen of Allergic Disease". **Journal of Science and Engineering**, Vol.28: 191-196.
- Latan, H., dan Gudono. 2012. *SEM Structural Equation Modeling, edisi 1*. Yogyakarta : BPFE.
- Likert, R. A. 1932. "Technique for the measurement of attitudes". **Archives of Psychology**, 140 pp:11-55.
- Ma'arif, M. N., Selintung, M., dan Bakri, B. 2017. *Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kota Makassar*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
- Mahto, D., Kumar, A. 2008. "Application of Root Cause Analysis in Improvement of Product Quality and Productivity". **Journal of Industrial Engineering and Management** 01(2): 16-53. ISSN: 2013-0953.
- Mairizki, F. 2017. "Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang di Sekitar Kampus Universitas Islam Riau". **Jurnal Katalisator**, Vol.2 No.1.
- Malabay. 2016. "Pemanfaatan Diagram Fishbone untuk Mendukung Kebutuhan Proses Bisnis". **Jurnal Ilmu Komputer**, Vol.1 No.2.
- Malem, I. S. 2008. *Analisis Hygiene Sanitasi dan Kualitas Air Minum Isi Ulang (AMIU) Berdasarkan Sumber Air Baku pada Depo Air Minum di Kota Medan*. Medan: USU.
- Marpaung, M. D. O., dan Marsono, B. D. 2013. "Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Ditinjau dari Perilaku dan Pemeliharaan Alat". **Jurnal Teknik Pomits ITS** Vol.2, No.2, ISSN: 2337-3539.
- Masduqi, A. 2011. *Unit Desinfeksi*. Bahan Perkuliahan Pengolahan Air Minum Program Sarjana Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.

- McDaniel, C. J., and Gates, R. 2013. *Marketing Research Essentials, 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- McDermott, R.E., Mikulak, R.J., Beauregard, M.R. 2009. *The Basics of FMEA, 2nd Edition*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-56327-377-3.
- Memon, A. H., dan Rahman, I. A. 2014. "SEM-PLS Analysis of Inhibiting Factors of Cost Performance for Large Construction Projects in Malaysia: Perspective of Clients and Consultants". **Scientific World Journal**, doi:10.1155/2014/165158.
- Monahan, G. 2008. *Enterprise Risk Management: A Methodology for Achieving Strategic Objectives*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Mukarromah, R. 2016. *Analisis Sifat Fisis dalam Studi Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo*. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang.
- Narsi, Wahyuni, R., R. dan Susanti, Y. 2017. "Uji Kelayakan Air Minum Isi Ulang Di Pasir Pengraian Kabupaten Rokan Hulu Riau". **Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian**, Vol.1 No.1.
- Nasution, R. 2003. *Teknik Sampling*. Sumatera Utara: USU Digital Library.
- Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nugroho, W. dan Purwoto, S. 2013. Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dan Karbon Aktif. **Jurnal Teknik Waktu**, Vol.11 No.1:47-59.
- Nugroho, R. E. 2016. "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengangguran di Indonesia Periode 1998 – 2014". **Jurnal Pasti** Vol. X No.2.
- Nuria, M. C., Rosyid, A., dan Sumantri. 2009. "Uji Kandungan Bakteri Escherichia Coli Pada Air Minum Isi Ulang dari Depo Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Rembang". **Jurnal Ilmu Pertanian** Vol.5 No.1, hal 27-35.
- Paaijmans, K. P., Takken, W., Githeko, A. K., dan Jacobs, A. F. G. 2008. "The effect of water turbidity on the near-surface water temperature of larval habitats of the malaria mosquito

- Anopheles gambiae". **International Journal of Biometeorology**, Vol.52, Issue 8: 747-753.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 1997. *Perry's Chemical Engineers Handbook, 7th edition*. New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Prajogo, D. I., dan Sohal, A. S. 2003. "The relationship between TQM practices, quality performance, and innovation performance". **International Journal of Quality & Reliability Management**, Vol.20 No.8:901-918.
- Pratiwi, A. W. 2007. "Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Wilayah Kota Bogor". **Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional** Vol.2, No.2.
- Prihatini, R. 2012. *Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Depo Air Minum Di Wilayah Kabupaten Bogor 2008 – 2011*. Skripsi. Program Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Putra, H. P. 2010. *Alternatif Strategi Peningkatan Pelayanan Pelanggan pada Divisi Winteq PT Astra Otopart Tbk*. Skripsi. IPB: Fakultas Ekonomi dan Manajemen.
- Putra, Z. F. S., Sholeh, M., dan Widyastuti, N. 2014. "Analisis Kualitas Layanan Website BTKP-DIY Menggunakan Metode Webqual 4.0". **Jurnal Jarkom**, Vol.1 No.2.
- Purnawijayanti, H. A. 2001. *Sanitasi Higiene dan Keselamatan Kerja dalam Pengelolaan Makanan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Purwadi, A., et al. 2006. *Aplikasi Ozon Hasil Lucutan Plasma untuk Menurunkan Nilai pH, COD, BOD dan Jumlah Bakteri Limbah Cair Rumah Sakit*. Prosiding PPI-PDIPTN.
- Purwanti, N. D., Sugiono., dan Hardiningtyas, D. 2013. "Analisis pengaruh kualitas pelayanan dan citra perusahaan terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan". **Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri**, Vol.3 No.2.
- Rahardjo, P. N. 2010. "Identifikasi Masalah Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Payau dengan Sistem RO di Kabupaten Rembang dan Cara Mengatasinya". **JAI**, Vol.6, No.1.
- Rosita, N. 2014. "Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depo Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan". **Jurnal Kimia Valensi** Vol. 4 No. 2, November 2014 (134-141). ISSN : 1978 – 8193.

- Sandra, C. dan Sulistyorini, L. 2007. "Hubungan Pengetahuan dan Kebiasaan Konsumen Air Minum Isi Ulang dengan Penyakit Diare". **Jurnal Kesehatan Lingkungan**, Vol.3 No.2.
- Santoso, S. 2012. *Panduan Lengkap SPSS Versi 20*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sarwono, J. 2011. *Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 20*. Yogyakarta: CV Andi.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., dan Priyono, R. E. 2014. "Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap". **Jurnal Ilmu Lingkungan**, Vol.12 No.2.
- Sekaran, U., dan Bougie, R. 2013. *Research Methods for Business A Skill-Building Approach, 6th edition*. New York: Wiley.
- Sholiha, E. U. N., dan Salamah, M. 2015. "Structural Equation Modeling-Partial Least Square untuk Permodelan Derajat Kesehatan Kabupaten/Kota di Jawa Timur". **Jurnal Sains dan Seni ITS**, Vol.4 No.2.
- Simbolon, V. A., Santi, D. N., dan Ashar, T. 2012. *Pelaksanaan Hygiene Sanitasi Depot Dan Pemeriksaan Kandungan Bakteri Escherichia Coli Pada Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Tanjungpinang Barat Tahun 2012*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- Singarimbun, M., dan Effendi, S. 2006. *Metode Penelitian Survei* (Editor). Jakarta: LP3ES.
- Situmorang, M. 2007. *Kimia Lingkungan*. Medan : FMIPA-UNIMED.
- Solimun, Fernandes, A. A. R., dan Nurjannah. 2017. *Metode Statistika Multivariat Pemodelan Persamaan Struktural (SEM)*. Malang: UB Press.
- Sulistyandari, H. 2009. *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kontaminasi Deterjen Pada Air Minum Isi Ulang di Depo Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kabupaten Kendal*. Tesis. Program Magister Kesehatan Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang.

- Summerfelt, S. T. 2003. "Ozonation and UV Irradiation – an Introduction and Examples of Current Applications". **Aquaculture Engineering Journal**, Vol.28, pg 21-36.
- Suprihatin, B., dan Adriyani, R. 2008. "Higiene Sanitasi Depo Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Tanjung Redep Kabupaten Berau Kalimantan Timur". **Jurnal Kesehatan Lingkungan**, Vol.4, No.2, Januari 2008 : 81 – 88.
- Sutrisno dan Suciati. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta : Rineka Cipta Karya.
- Sutrisno, T. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Swancara, J. 2007. "Ozone As a Disinfectant". **Water Quality Products**, Vol.12 No.9.
- Tchankova, L. 2002. "Risk Identification – Basic Stage in Risk Management". **Environmental Management and Health**, Vol.13 Issue: 3.
- Trevor, V. dan Suslow. 2001. *Water Disinfection A Practical Approach to Calculating Dose Values for Preharvest and Postharvest Applications*. University of California Agriculture and Natural Researches. Publication 7256.
- Turbidity Fact Sheets. 2013. Australian Drinking Water Guidelines Version 2.0.
- Ulum, M., Tirta, I. M., dan Anggraeni, D. 2014. Analisis Structural Equation Modeling (SEM) untuk Sampel Kecil dengan Pendekatan Partial Least Square (PLS). Prosiding Seminar Nasional Matematika, Universitas Jember.
- USEPA. 1999. *Ozone Disinfection, Waste Water Technology Fact Sheet*. September, 1999.
- Utami, E. A. Y., Moesriati, A., Karnaningroem, N. 2016. "Risiko Kegagalan pada Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Menggunakan FMEA". **Jurnal Teknik ITS** Vol.5, No.2 ISSN: 2337-3539.
- von Gunten, U. 2003. "Ozonation of Drinking Water: Part II. Disinfectant and by-product Formation in Presence of Bromide, Iodide or Chlorine". **Water Research**, Vol.37.
- Walangitan, M. R. 2016. "Gambaran Kualitas Air Minum Dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Ranotana-Weru dan Kelurahan Karombasan Selatan Menurut Parameter

- Mikrobiologi". **Jurnal Kedokteran Komunitas dan Tropik**, Vol. 4 No.1.
- Wandriyel, R., Suharti, N., dan Lestari, Y. 2012. "Kualitas Air Minum yang Diproduksi Depo Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi". **Jurnal Kesehatan Andalas**, Vol.1 No.3.
- Widiyasari, R., dan Mutiarani. 2017. "Penggunaan metode Structural Equation Modelling untuk analisis faktor yang mempengaruhi motivasi belajar mahasiswa FIP UMJ". **Fibonacci**, Jurnal Pendidikan Matematika Vol.3 No.2.
- Wijayantini, B. 2012. "Model Pendekatan Manajemen Risiko". **JEAM**, Vol.11 No.2.
- Wiyono, N., Faturrahman, A., dan Syaughiah, I. 2017. "Sistem Pengolahan Air Mium Sederhana (Portable Water Treatment)". **Konversi**, Vol.6 No.1.
- Wulansarie, R. 2012. Sinergi Teknologi Ozon dan Sinar UV dalam Penyediaan Air Minum sebagai Terobosan dalam Pencegahan Penyakit Infeksi Diare di Indonesia. Skripsi. Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia.
- WWF. 2007. *Pakistan's Waters at Risk Water and Health Related Issues in Pakistan and Key Recommendations*. pp:1-3.
- Yana, A. A. G. A., A, H. R., dan Wibowo, M. A. 2015. "Analysis of factors affecting design changes in construction project with Partial Least Square (PLS)". **Procedia Engineering** 125: 40-45.
- Yovita, E. A. 2015. *Perlindungan Hukum Hak-Hak Konsumen Atas Pelanggaran Pelaku Usaha Depot Air Minum Isi Ulang RO (Reverse Osmosis) di Kota Yogyakarta*. Skripsi. Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Yudo, S., dan Rahardjo, P. N. 2005. "Evaluasi Teknologi Air Minum Isi Ulang di DKI Jakarta". **BPPT, JAI** Vol.1 No.3

LAMPIRAN A

Prosedur Analisis Laboratorium

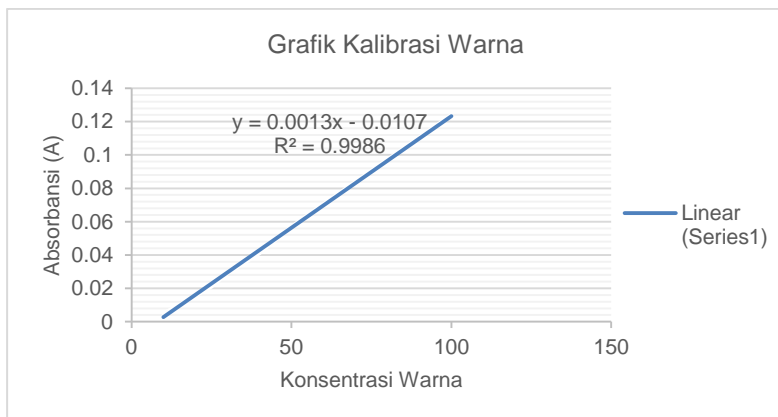
PROSEDUR ANALISIS WARNA

Alat dan Bahan :

1. Spektrofotometer, dengan panjang gelombang 380 nm.
2. Aquades
3. Sampel air minum isi ulang

Prosedur percobaan:

- a. Siapkan sampel dan masukan ke dalam *beaker glass*.
- b. Sampel dimasukan ke dalam kuvet kemudian dicatat hasilnya.
- c. Dihitung nilai TCU dengan kurva kalibrasi. Dimana perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumusan $y = 0.0013x - 0.0107$.



PROSEDUR ANALISIS KEKERUHAN

Alat dan Bahan :

1. Turbidimeter
2. Aquades (Air Blanko)
3. Sampel AMIU

Prosedur percobaan:

- a. Turbidimeter dinyalakan, kemudian masukkan aquades sebagai blanko dan set alat tersebut pada set zero (0)

- b. Masukkan sampel AMIU ke dalam kuvet kemudian dicatat hasilnya.
- c. Diperoleh nilai kekeruhan dengan satuan NTU.

PROSEDUR ANALISIS pH

Alat : pH meter.

Prosedur percobaan:

- a. Siapkan sampel dan masukan ke dalam *beaker glass*.
- b. Masukkan alat pH meter, tunggu sampai hasil pembacaan stabil kemudian catat hasilnya.

PROSEDUR ANALISIS TDS

Alat dan Bahan :

Cawan porselen, furnace pada suhu 550° C, desikator, oven pada suhu 105° C, neraca analitik, kertas saring, vacuum filter dan sampel AMIU.

Prosedur percobaan:

- a. Cawan porselen dibakar dengan suhu 550° C dalam furnace selama 1 jam kemudian dimasukan ke dalam oven 105° C selama 15 menit dan masukan ke dalam desikator selama 15 menit.
- b. Timbang cawan dengan menggunakan timbangan analitis (a mg).
- c. Masukan kertas saring ke oven 105° C selama 1 jam.
- d. Cawan dan kertas saring didinginkan dalam desikator selama 15 menit.
- e. Timbang cawan dan kertas saring dengan timbangan analitis.
- f. Letakan kertas saring yang telah ditimbang pada vacuum filter.
- g. Tuangkan 25 ml sampel di atas filter yang telah dipasang pada vacuum filter, volume sampel yang digunakan ini tergantung dari kepekatannya, catat volume sampel.
- h. Saring sampel sampai kering atau airnya habis.
- i. Ambil filtrate dari sampel air yang sudah disaring, catat volumenya (c ml)
- j. Masukan ke dalam oven 105° C selama 24 jam.
- k. Dinginkan di dalam desikator selama 15 menit.
- l. Timbang dengan timbangan analitis.

Analisis TDS dengan metode gravimetri dan menghitung jumlah zat padat total dengan rumus:

$$\text{Zat Padat Terlarut (mg/L)} = \frac{(a - b)}{c} \times 1000$$

dimana:

a = berat residu kering dan cawan setelah dioven 105°(mg)

b = berat cawan kosong setelah dioven 105° (mg)

c = volume sampel (mL)

PROSEDUR ANALISIS KESADAHAN

Alat dan Bahan :

Pipet ukur, erlenmayer, spatula, larutan buffer EDTA dan sampel AMIU

Prosedur percobaan:

- Tuangkan dengan pipet 25 ml sampel air ke dalam erlenmayer 100 ml.
- Tambahkan satu spatula (± 0.5 gr) indicator Eriochrome Black T.
- Tambahkan 2 ml larutan buffer EDTA 0.03571 N sehingga warna ungu berubah menjadi biru, catat hasil titrasinya.
- Hitung kesadahan total dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kesadahan (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{mL sampel}}$$

Dimana:

A = mL titrasi untuk sampel

B = mg CaCO₃ ekuivalen dengan 1 mL titran EDTA

PROSEDUR ANALISIS TOTAL COLIFORM

Alat dan Bahan :

Tabung reaksi, cawan petri, tabung durham, kapas lemak, neraca analitik, pipet ukur, botol pengencer, inkubator dan sampel AMIU.

Reagen :

Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB), Lactose Broth (LB), *Eosine Methylene Blue* (EMB), *Plate Count Agar*, indikator MR, pereaksi pewarnaan gram.

Prosedur percobaan:

a. Uji dugaan/persumtif

Tahap ini merupakan uji spesifik terhadap bakteri *coliform*. Setiap sampel air membutuhkan 15 tabung reaksi yang masing-masing berisi 10 ml kaldu laktosa dan sebuah tabung durham yang terbalik disterilisasi terlebih dahulu. Selanjutnya 5 buah tabung berisi kaldu laktosa diisi 10 ml sampel, 5 lainnya diisi 1 ml sampel dan selebihnya diisi dengan 0.1 ml sampel. Seluruh tabung diinkubasi pada suhu $35 \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ selama 24 ± 2 jam. Apabila terdapat bakteri coliform, maka akan terbentuk gas yang terlihat di dalam tabung durham.

b. Uji konfirmasi.

Uji ini perlu dilakukan untuk memastikan bahwa pembentukan gas pada tabung durham benar-benar dihasilkan oleh aktifitas bakteri coliform. Untuk itu biakan pada media kaldu laktosa yang memberikan hasil positif diinokulasi dengan jarum ose ke dalam tabung reaksi yang berisi media selektif cair *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) yang dilengkapi dengan tabung durham. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu dan waktu inkubasi yang sesuai dengan tujuan analisis (penentuan *coliform*). Terbentuknya gas pada tabung durham menunjukkan uji konfirmasi ini positif.

c. Uji pelengkap

Uji ini dilakukan terhadap biakan pada uji konfirmasi yang memberikan hasil positif. Dengan menggunakan jarum ose, biakan dengan hasil positif tersebut diinokulasikan pada media *Eosine Methylene Blue* (EMB) di cawan petri. Bakteri *Echerichia Coli* membentuk koloni berwarna gelap dengan kilauan metalik kehijauan. Selanjutnya dilakukan uji pewarnaan gram pada biakan yang berumur 24-48 jam. Apabila diperoleh bakteri berbentuk batang, gram negative maka hasil pengujian dengan metode MPN ini positif.

Jumlah biakan pada media BGLBB yang memberikan hasil positif pada uji pelengkap untuk setiap seri tabung (dengan sampel 10 ml, 1 ml, 0.1 ml) dicatat. Dengan data tersebut, jumlah bakteri coliform pada setiap 100 ml dapat dilihat dengan menggunakan Tabel MPN Index.

Tabel MPN Index

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits	
		Low	High			Low	High
0-0-0	<1.8	-	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1.8	0.090	6.8	4-1-0	17	6.0	40
0-1-0	1.8	0.090	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3.6	0.70	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3.7	0.70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5.5	1.8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5.6	1.8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2.0	0.10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4.0	0.70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6.0	1.8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4.0	0.71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6.1	1.8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8.1	3.4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6.1	1.8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8.2	3.4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8.3	3.4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3.5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3.5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4.5	0.79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6.8	1.8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9.1	3.4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6.8	1.8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9.2	3.4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4.1	26	5-1-2	63	22	150

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits	
		Low	High			Low	High
2-2-0	9.3	3.4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4.1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5.9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4.1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5.9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5.9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7.8	2.1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3.5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5.6	36	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	6.0	36	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5.6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6.0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5.7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6.8	40	5-4-2	220	70	400
3-2-2	20	6.8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6.8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6.8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9.8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6.8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9.8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9.8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4.1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5.9	36	5-5-5	>1600	700	-
4-0-2	21	6.8	40				

Sumber: APHA, 2012

LAMPIRAN B
Persyaratan Kualitas Air Minum



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/
Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/L	0,01
	2) Fluorida	mg/L	1,5
	3) Total Kromium	mg/L	0,05

	4) Kadmium	mg/L	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/L	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/L	50
	7) Sianida	mg/L	0,07
	8) Selenium	mg/L	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ±3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/L	0,2
	2) Besi	mg/L	0,3
	3) Kesadahan	mg/L	500
	4) Klorida	mg/L	250
	5) Mangan	mg/L	0,4
	6) pH	mg/L	6,5-8,5
	7) Seng	mg/L	3
	8) Sulfat	mg/L	250
	9) Tembaga	mg/L	2
	10) Amonia	mg/L	1,5

LAMPIRAN C
Hasil Analisis Laboratorium

DEPOT	Outlet			
	Ph	TDS (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	MPN Index
AA	7.51	118	0.17	17
BB	7.55	115.2	0.35	<1.8
CC	7.44	118.2	0.22	26
DD	7.02	126.8	0.43	4.5
EE	7.43	69.5	0.13	11
FF	7.61	114.4	0.14	<1.8
GG	7.32	165.9	0.19	2
HH	7.58	108.9	0.21	3.7
II	7.45	135	0.16	<1.8
JJ	7.26	67.9	0.27	79
KK	7.5	150.5	0.26	11
LL	7.25	173	0.23	6.1
MM	7.42	118.1	0.16	22
NN	7.6	134.1	0.17	4.5
OO	7.21	86.5	0.42	14
PP	6.99	131.5	0.28	26
QQ	7.01	43.4	0.26	27
RR	7.39	135.4	0.33	<1.8
SS	7.23	115.5	0.21	17
TT	7.64	142.3	0.3	<1.8
UU	7.31	142.2	0.3	2
VV	6.93	119.3	0.16	11
WW	7.11	40.9	0.29	3.7

DEPOT	Outlet			
	Ph	TDS (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	MPN Index
XX	6.94	122.9	0.3	3.7
YY	7.01	125.9	0.22	13
ZZ	7.57	134.1	0.22	9.2
A1	7.02	113.8	0.14	110
B1	6.82	122.7	0.18	3.7
C1	7.14	147.5	0.19	14
D1	7.11	129.1	0.32	40

LAMPIRAN D
Kuesioner Pengelola Depot Air Minum Isi Ulang

1. Identitas DAMIU

Identitas		Jawaban
Nama DAMIU	=	
Alamat	=	
Nama pengelola	=	
Tahun beroperasi	=	
Sumber air baku	=	
Teknologi pengolahan	=	
Spesifikasi alat desinfeksi	=	
Jumlah galon dijual per hari	=	

2. Pengetahuan

Keterangan :

1 = Sangat tidak paham (tidak tahu sama sekali)

2 = Tidak paham (tidak tahu namun memiliki keinginan untuk mengetahui)

3 = Sedang (mampu menjawab dengan tersirat/sedikit, sangat umum dan tidak detail)

4 = Paham (mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap)

5 = Sangat paham (mampu menjawab dengan lengkap, benar, dan detail)

No	Pertanyaan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Apakah pengelola mengetahui Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 Tahun 2014 tentang kebersihan dan perawatan sanitasi depot air minum?					
2	Apakah pengelola mengetahui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum?					
3	Apakah pengelola mengetahui tentang unit-unit pengolahan yang digunakan?					

3. Operasional / Perilaku

Keterangan :

1 = Tidak pernah

2 = Jarang

3 = Kadang-kadang

4 = Sering

5 = Selalu

No	Pertanyaan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Apakah anda pernah mengikuti penyuluhan DAMIU?					
2	Apakah anda melayani konsumen sesuai SOP?					
3	Apakah anda membersihkan lemari depot?					
4	Apakah anda melakukan backwash filter?					
5	Apakah anda mengganti media filter?					
6	Apakah anda mengganti cartridge filter?					
7	Apakah DAMIU mendapat pengawasan dari Dinas Kesehatan atau Puskesmas?					

4. Desinfeksi Ozon

Keterangan :

1 = Sangat buruk

2 = Buruk

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat baik

No	Pertanyaan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Berapa umur alat desinfeksi ozon yang digunakan?					
2	Berapa lama waktu kontak ozon dengan air yang diolah?					
3	Apakah anda membersihkan alat desinfeksi ozon? (selang output, <i>bubble stone</i>)					
4	Berapa kapasitas desinfeksi ozon yang digunakan?					

5. Sikap

Keterangan :

1 = Sangat tidak setuju (tidak mau melakukan sama sekali)

2 = Tidak setuju (tidak mau melakukan karena alasan tertentu)

3 = Kurang setuju (mau melakukan tetapi tidak memiliki inisiatif untuk memulai)

4 = Setuju (mau melakukan dan berinisiatif memulai, tetapi tidak aktif)

5 = Sangat setuju (selalu melakukan dan selalu berinisiatif)

No	Pertanyaan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Apakah anda bersedia menjaga kebersihan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan No.43 tahun 2014? <ul style="list-style-type: none">Bersedia Alasan :Tidak bersedia Alasan :					
2	Apakah anda bersedia meningkatkan kualitas produksi agar sesuai baku mutu? <ul style="list-style-type: none">Bersedia Alasan :Tidak bersedia Alasan :					
3	Apakah anda bersedia mengganti alat pengolahan yang tidak sesuai? <ul style="list-style-type: none">Bersedia Alasan :Tidak bersedia Alasan :					

Terima kasih atas kesediaan Anda

“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN E

Skala Penilaian Kuesioner

Pengetahuan Pengelola Depot

Sangat Tidak Paham	Tidak Paham	Sedang	Paham	Sangat Paham
1	2	3	4	5
Tidak tahu sama sekali	Tidak tahu namun memiliki keinginan untuk mengetahui	Mampu menjawab dengan tersirat/sedikit, sangat umum dan tidak detil	Mampu menjawab dengan jelas dan benar namun tidak lengkap	Mampu menjawab dengan lengkap, benar dan detil

Perilaku dalam Operasional

1. Apakah anda pernah mengikuti penyuluhan DAMIU?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
Tidak pernah	1 kali setahun	2 kali setahun	3 kali setahun	Setiap bulan

2. Apakah anda melayani konsumen sesuai SOP?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
0 aspek	1 aspek (sehat)	2 aspek (tidak merokok dan sehat)	3 aspek (berpakaian bersih dan rapi, tidak merokok dan sehat)	4 aspek (mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir, berpakaian bersih dan rapi, tidak merokok dan sehat)

3. Apakah anda membersihkan lemari depot?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
Sebulan 1 kali	Sebulan 2 kali	Seminggu 1 kali	Seminggu 2 kali	Setiap hari

4. Apakah anda melakukan backwash filter?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
1 tahun sekali	6 bulan sekali	3 bulan sekali	1 bulan sekali	2 minggu sekali

5. Apakah anda mengganti media filter?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
2,5 tahun sekali	2 tahun sekali	1,5 tahun sekali	1 tahun sekali	6 bulan sekali

6. Apakah anda mengganti *cartridge* filter?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
Lebih dari 6 bulan sekali	6 bulan sekali	3 bulan sekali	1 bulan sekali	1-2 minggu sekali

7. Apakah DAMIU mendapat pengawasan dari Dinas Kesehatan atau Puskesmas?

Tidak Pernah	Jarang	Kadang-kadang	Sering	Selalu
1	2	3	4	5
Tidak pernah	1 kali per tahun	2 kali per tahun	3 kali per tahun	Lebih dari 3 kali per tahun

Alat Desinfeksi

1. Berapa umur alat disinfeksi ozon yang digunakan?

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
Lebih dari 5 tahun	4-5 tahun	3-4 tahun	2-3 tahun	1-2 tahun

2. Berapa lama waktu kontak ozon dengan air yang diolah?

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
Tidak pernah dinyalakan	Setiap pengisian galon	Selama 24 jam	Selama jam kerja	30 menit sebelum pengisian galon

Sikap Pengelola Depot

Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Kurang Setuju	Setuju	Sangat Setuju
1	2	3	4	5
Tidak mau melakukan sama sekali	Tidak mau melakukan karena alasan tertentu	Mau melakukan tetapi tidak memiliki insiatif memulai	Mau melakukan dan berinisiatif memulai, tetapi tidak aktif	Selalu melakukan dan selalu berinisiatif

“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN F

Skala Penilaian Parameter

Kekeruhan

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
> 7,5	5,1 – 7,49	5	2,5 – 4,99	0 – 2,49

TDS

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
> 667	501 - 667	334 - 500	167 - 333	0 - 166

pH

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
< 6,0	6,4 – 6,0	6,5 - 7	7,1 - 8	8,1 – 8,5

Total *Coliform*

Sangat Buruk	Buruk	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5
> 4,5	4 – 4,5	3,6 – 3,7	1,8 - 2	< 1,8

“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN G

SOP Sesuai Permenkes 43/2014

Aspek peralatan meliputi:

- Peralatan dan perlengkapan yang digunakan terbuat dari bahan tara pangan (food grade) atau tidak menimbulkan racun, tidak menyerap bau dan rasa, tahan karat, tahan pencucian dan tahan disinfeksi ulang
- Tandon air baku harus tertutup dan terlindung
- Wadah untuk air minum sebelum pengisian harus dibersihkan dengan cara dibilas dulu dengan air produksi paling sedikit selama 10 detik
- Galon yang telah diisi harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan di depot lebih dari 1 x 24 jam

Aspek penjamah meliputi:

- Sehat dan bebas dari penyakit menular serta tidak menjadi pembawa kuman patogen
- Berperilaku higienis dan saniter setiap melayani konsumen, selalu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir, menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapi, dan tidak merokok

Setiap DAMIU wajib menyediakan informasi mengenai:

- Alur pengolahan air minum
- Masa kadaluarsa alat disinfeksi
- Waktu penggantian dan pembersihan filter
- Sumber dan kualitas air baku

Ketentuan Umum:

- Setiap DAMIU harus melakukan pemeriksaan kesehatan pengelola minimal 1 kali setahun
- Setiap pemilik DAM wajib melakukan pengawasan terhadap pemenuhan persyaratan Higiene Sanitasi secara terus menerus
- Untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan higiene sanitasi pemilik dan pengelola DAMIU wajib mengikuti pelatihan atau kursus higiene sanitasi

“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN H
Rekap Kuesioner

	X 11	X 12	X 13	X 21	X 22	X 23	X 24	X 25	X 26	X 27	X 31	X 32	X 33	X 34	X 41	X 42	X 43	X 44	Y 1
AA	1	3	3	2	4	4	2	4	4	3	5	3	3	4	4	3	4	3	1
BB	1	3	2	1	3	2	2	3	3	3	5	2	2	2	1	2	3	1	5
CC	2	3	4	2	4	4	1	5	2	4	4	3	3	4	4	3	3	3	1
DD	2	4	4	3	5	4	5	4	4	5	4	4	1	4	5	4	5	4	2
EE	2	3	3	3	4	4	2	4	3	3	3	1	1	2	4	4	4	3	1
FF	1	3	4	3	4	4	2	3	3	5	4	3	1	2	3	3	3	3	5
GG	2	2	3	1	3	3	2	4	3	4	2	2	1	2	2	2	2	2	4
HH	1	2	3	4	4	4	3	4	3	5	5	2	1	2	4	3	3	2	3
II	2	4	4	3	5	4	4	4	4	5	3	3	1	4	5	4	4	3	5
JJ	1	1	3	1	4	3	2	3	3	3	2	1	1	1	1	2	2	2	1
KK	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	1	1	2	4	3	3	3	1
LL	2	3	3	2	4	3	2	4	3	5	1	1	3	4	3	3	3	3	1
MM	2	4	5	3	4	4	2	3	3	4	4	1	1	2	4	4	3	4	1

	X 11	X 12	X 13	X 21	X 22	X 23	X 24	X 25	X 26	X 27	X 31	X 32	X 33	X 34	X 41	X 42	X 43	X 44	Y 1
NN	2	3	3	1	4	4	2	2	3	5	3	2	1	2	3	2	4	3	2
OO	1	2	3	1	3	3	5	1	5	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
PP	1	2	3	1	4	2	2	3	5	4	5	1	2	2	2	2	2	2	1
QQ	1	3	4	3	3	2	2	2	3	5	4	3	2	2	3	3	3	2	1
RR	4	3	3	1	3	5	1	3	4	2	5	3	3	4	4	4	4	3	5
SS	2	2	2	2	1	4	1	2	3	1	5	2	2	2	2	2	2	2	1
TT	2	2	3	2	2	3	1	3	4	1	4	3	3	4	4	4	3	3	5
UU	2	3	3	1	2	3	1	1	2	1	4	4	1	4	4	4	3	4	4
VV	2	2	1	1	1	3	1	2	2	1	3	1	1	2	2	2	2	3	1
WW	2	3	2	1	2	4	1	2	3	1	4	3	1	2	3	3	4	3	3
XX	3	3	1	2	1	3	1	1	3	2	2	2	1	2	3	4	4	2	3
YY	1	2	3	1	1	3	1	1	2	1	5	2	1	2	3	1	2	2	1
ZZ	2	3	1	1	1	3	1	2	2	1	3	3	1	4	2	1	2	3	1
A1	2	3	1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1	1	3	2	3	2	1
B1	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	4	1	1	2	3	2	2	3	3
C1	2	2	2	2	1	3	1	1	2	2	1	1	3	4	2	2	3	3	1

	X 11	X 12	X 13	X 21	X 22	X 23	X 24	X 25	X 26	X 27	X 31	X 32	X 33	X 34	X 41	X 42	X 43	X 44	Y 1
D1	1	2	4	2	2	3	1	1	1	3	4	1	1	2	2	2	2	4	1

Ska- la	X 11	X 12	X 13	X 21	X 22	X 23	X 24	X 25	X 26	X 27	X 31	X 32	X 33	X 34	X 41	X 42	X 43	X 44	Y1
5	0	0	1	0	2	1	2	1	2	7	7	0	0	0	2	0	1	0	5
4	1	3	6	1	10	11	1	7	5	5	11	2	0	10	9	8	7	4	2
3	2	15	14	7	6	14	1	8	14	5	5	9	6	0	9	8	12	15	4
2	17	11	5	9	4	4	12	6	8	3	4	7	4	17	8	12	10	10	2
1	10	1	4	13	8	0	14	8	1	10	3	12	20	3	2	2	0	1	17
Σ	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X31	X32	X33	X34	X41	X42	X43	X44	Y1
1	33.33%	3.33%	13.33%	43.33%	26.67%	0.00%	46.67%	26.67%	3.33%	33.33%	10.00%	40.00%	66.67%	10.00%	6.67%	6.67%	0.00%	3.33%	56.67%
2	56.67%	36.67%	16.67%	30.00%	13.33%	13.33%	40.00%	20.00%	26.67%	10.00%	13.33%	23.33%	13.33%	56.67%	26.67%	40.00%	33.33%	33.33%	6.67%
3	6.67%	50.00%	46.67%	23.33%	20.00%	46.67%	3.33%	26.67%	46.67%	16.67%	16.67%	30.00%	20.00%	0.00%	30.00%	26.67%	40.00%	50.00%	13.33%
4	3.33%	10.00%	20.00%	3.33%	33.33%	36.67%	3.33%	23.33%	16.67%	16.67%	36.67%	6.67%	0.00%	33.33%	30.00%	26.67%	23.33%	13.33%	6.67%
5	0.00%	0.00%	3.33%	0.00%	6.67%	3.33%	6.67%	3.33%	6.67%	23.33%	23.33%	0.00%	0.00%	0.00%	6.67%	0.00%	3.33%	0.00%	16.67%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN I Dokumentasi



“Halaman sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Hanifah Mappangara, lahir di Balikpapan pada tanggal 6 Maret 1996 dan merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Islam Istiqomah, SD Patra Dharma 3 Balikpapan, SMP Negeri 1 Balikpapan dan SMA Negeri 1 Balikpapan. Penulis lulus SMA pada tahun 2014, kemudian melanjutkan pendidikan di ITS Surabaya jurusan Teknik Lingkungan dan terdaftar dengan NRP 03211440000102. Selama menjadi mahasiswa, penulis sempat aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS pada periode 2015/2016 sebagai staff Departemen Hubungan Luar dan pada periode 2016/2017 sebagai sekretaris Departemen Hubungan Luar. Penulis juga pernah terlibat dalam beberapa kegiatan yang diadakan himpunan sebagai panitia dan pernah mengikuti beberapa pelatihan. Apabila ada kritik dan saran mengenai Tugas Akhir penulis, dapat langsung menghubungi melalui email hanifahmappangara@gmail.com.